La biodiversidad en Tabasco

Estudio de Estado

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Volumen 2

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La biodiversidad en Tabasco

Estudio de Estado

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Primera edición, 2019
Versión digital
Obra completa: ISBN 9786078570195
Volumen II: ISBN 9786078570218

Coordinación y seguimiento general:
Andrea Cruz Angón[1]
Jorge Cruz Medina[1]
Jessica Valero Padilla
Flor Paulina Rodríguez Reynaga[1]
Erika Daniela Melgarejo[1]
Ena Edith Mata Zayas[2]
David Jesús Palma López[3]

Corrección de estilo:
Juana Moreno Armendáriz
Jorge Cruz Medina

Diseño y formación:
Claudia Verónica Gómez Hernández

Cuidado de la edición:
Claudia Verónica Gómez Hernández
Jorge Cruz Medina
Erika Daniela Melgarejo
Diana López Higareda
Karla Carolina Nájera Cordero
Edith Georgina Cabrera Aguirre

Cartografía:
Brenda Lizeth Islas Trejo
Antonio López Castañeda

D.R. © 2019 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, C.P. 14010 México, D.F. *http://www.conabio.gob.mx*

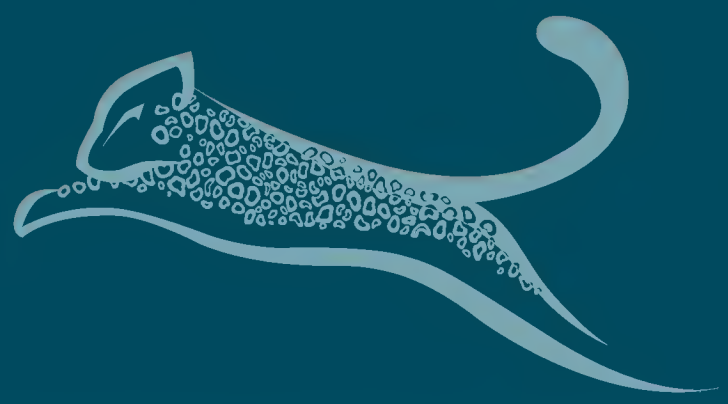
[1]Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; [2]Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; [3]Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco

Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Impreso en México/Printed in Mexico

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Presentación

El libro *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado* es el diagnóstico más completo acerca del patrimonio natural de la entidad y, sin duda, representa un avance significativo para difundir el conocimiento sobre éste y su importancia.

Los tres volúmenes de esta obra son valiosas fuentes de información acerca de la situación actual de la diversidad biológica de Tabasco que, en su mayoría, llevaron a cabo personal académico del estado y de la sociedad civil. Se trata de una gran obra que las autoridades gubernamentales, los académicos, las comunidades locales, los grupos indígenas y la sociedad en general podrán consultar y utilizar como elemento base para la toma de decisiones, diseñar estrategias de planeación y realizar nuevas investigaciones en beneficio del desarrollo sustentable de esta entidad.

Este *Estudio de Estado* ha puesto al día el conocimiento y la situación de la biodiversidad en Tabasco, ya que provee una línea base para identificar los procesos de cambio y modificación de los ecosistemas de la entidad, así como para establecer las acciones pertinentes que aseguren su conservación y uso sustentable en el largo plazo.

Tengo la seguridad de que las instituciones locales gubernamentales, académicas y de la sociedad civil, apoyarán la difusión de esta obra y continuarán sumando esfuerzos para incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad y los cambios que en ésta se registren, con la finalidad de favorecer el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales en Tabasco. Sólo de esta manera, el trabajo desarrollado será de utilidad para las instituciones gubernamentales y para los habitantes de la entidad.

CONABIO agradece al Gobierno del Estado de Tabasco y a los 274 autores que pertenecen a 57 instituciones y organizaciones estatales, nacionales e internacionales, por su compromiso y dedicación. Sin ellos no hubiera sido posible la elaboración de estos libros; los felicitamos por la consumación de este gran esfuerzo.

Esta obra contribuye con el cumplimiento de las actividades de instrumentación de la *Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030*, la cual es parte de los compromisos adquiridos por México ante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), y es un valioso legado para el conocimiento y estado de la biodiversidad, fundamental para la valoración y conservación del capital natural de Tabasco.

José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional de la CONABIO

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Índice

7 Presentación
11 Introducción

5. Diversidad de ecosistemas

17 Resumen ejecutivo
21 El bosque mesófilo de montaña
29 Los encinares
34 **EC:** Estructura y composición florística de los encinares de Balancán
41 Selva alta perennifolia
52 **EC:** Sierra El Madrigal, Teapa
57 La vegetación secundaria (acahuales)
68 **EC:** Estructura, composición florística y regeneración de vegetación en sucesión en el Plan Balancán-Tenosique
73 La vegetación acuática
80 **EC:** Vegetación de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán
86 **EC:** Patrón de diversidad en comunidades hidrófitas emergentes en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla
92 **EC:** Estructura y composición de una selva mediana inundable de pukté (*Bucida buceras*) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla.
97 Los tintales
104 **EC:** Estructura y composición florística de la vegetación inundable en la División Académica de Ciencias Biológicas
109 La selva inundable de canacoíte (*Bravaisia integerrima*)
118 **EC:** La selva mediana inundable de canacoíte (*Bravaisia integerrima*) en el poblado C-29, Plan Chontalpa, municipio Cárdenas
123 Los manglares
133 Las sabanas
137 Las dunas costeras
143 Los agroecosistemas
153 El estudio de paisaje: una herramienta para el manejo de los recursos naturales
160 **EC:** La modificación del paisaje como indicador de salud ecológica

6. Diversidad de especies

167 Resumen ejecutivo
171 Algas
175 Briofitas
179 Hongos
184 **EC:** Microhongos benéficos relacionados con la agricultura y sus potenciales usos
190 **EC:** Colección de hongos del herbario UJAT
195 Helechos (Pteridofitas)
199 Nuestro conocimiento sobre la diversidad de las cícadas (Zamiaceae, Cycadales)

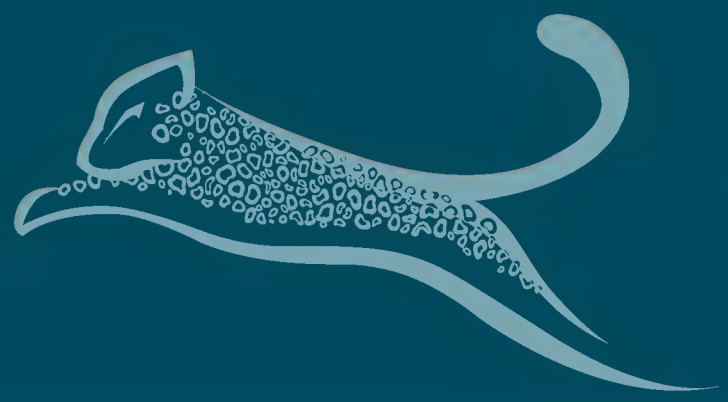
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

217 Angiospermas
235 Diversidad parasitaria en peces de agua dulce y su impacto en sistemas de cultivo
243 Equinodermos
249 Moluscos epicontinentales
255 Insectos
261 Arácnidos
265 Los bruquídos (Coleoptera: Bruchidae)
269 Las polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina (Lepidoptera)
275 Peces
284 **EC:** Ictiofauna de la laguna Mecoacán, Paraíso
288 **EC:** Larvas de peces de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla
293 Anfibios
301 Reptiles
311 Aves
320 **EC:** La avifauna de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla
323 Mamíferos silvestres
334 **EC:** Murciélagos
342 **EC:** Conflicto ardillas y producción coprera
346 **EC:** Uso de hábitat por el mono aullador negro (*Alouatta pigra*) en una plantación de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) en Balancán
350 **EC:** El manatí (*Trichechus manatus manatus*) en los sistemas fluviolagunares
355 Introducción a la biodiversidad dentro de la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa
358 **EC:** Microorganismos de la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa
362 **EC:** Ecología de los artrópodos de la Cueva de Las Sardinas, Tacotalpa
366 **EC:** Moscas quironómidos en la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa
370 **EC:** Murciélagos asociados a cuevas
375 Fauna silvestre en la ciudad de Villahermosa
382 **EC:** Los cocodrilos de Villahermosa

7. Diversidad genética

389 Resumen ejecutivo
391 Perspectivas de los estudios de genética y biotecnología en las especies nativas
399 Avances en el conocimiento genético de la biodiversidad
405 Diversidad genética natural y cultivada de frijol y chile
409 Diversidad genética del maguey morado (*Tradescantia spathacea*) basado en RAPD
413 La diversidad genética del cacao (*Theobroma cacao*)
421 Los cromosomas mitóticos del guayacán blanco *Godmania aesculifolia* (Lamiales: Bignoniaceae)
425 Especiación ecológica y origen de nuevas especies en el complejo *Poecilia mexicana* basado en estudios de genética
433 Microcromosomas "B" en la sardina (*Astyanax aeneus*)
437 Estudio genético del robalo *Centropomus undecimalis* basado en marcadores microsatelitales
439 Patrones de variación de color en el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*)
443 Expresión de enzimas digestivas en peces y crustáceos nativos
449 Los cromosomas de la herpetofauna nativa

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Introducción

Andrea Cruz Angón, Jorge Cruz Medina y Ena Edith Mata Zayas

En la introducción del volumen I se define a la *diversidad* como toda la variedad de plantas, animales, hongos, protozoarios y bacterias, así como los diversos ecosistemas donde dichas especies habitan e interactúan, y la variabilidad genética que estas poseen (CDB 1992).

En este segundo volumen de *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado* se presenta la información más reciente de estos tres niveles de biodiversidad. El objetivo es poner a disposición de un público amplio, una descripción de los principales ecosistemas (sección V), grupos biológicos (sección VI) y algunas experiencias en el conocimiento de la diversidad genética (sección VII) en la entidad.

El concepto *ecosistema*

Este término es la contracción de *sistema ecológico*, y fue acuñado por Sir Arthur Tansley (Hutchings *et al.* 2012). Tansley lo utilizó para integrar a los elementos bióticos que interactúan en un ambiente dado y a los factores físicos que los afectan en un mismo sistema (Tansley 1935). El concepto *ecosistema* se estableció como una aproximación teórica que permitiera entender estos sistemas altamente complejos. Cabe señalar que, al igual que el concepto *especie*, como se verá más adelante, no se ha librado de controversias, discusiones científicas y filosóficas constantes (Gignoux *et al.* 2011).

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) establece que los ecosistemas son "un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional" (CDB 1992). Esta es una definición relativamente sencilla que ha sido aprobada por las 196 partes firmantes del convenio.

Como una aproximación al conocimiento de la diversidad de ecosistemas de Tabasco, en la sección V de este volumen el lector encontrará descripciones de los principales tipos de vegetación registrados en la entidad y su composición florística. De manera estricta, un tipo de vegetación no es equivalente a un ecosistema, ya que, estos últimos integran a los elementos bióticos (plantas, animales, hongos y microrganismos) presentes en un lugar y tiempo determinados, sus interacciones y los factores abióticos que los afectan; sin embargo, los tipos de vegetación han sido utilizados como buenos descriptores generales de los ecosistemas (Begon *et al.* 2006).

El concepto *especie*

La especie es el nivel más conocido de la biodiversidad y es la unidad básica de la clasificación taxonómica (Levin 1979, Mayden 1997). Debido a la amplia gama de formas en las que se expresa la vida en la Tierra, es muy difícil establecer un concepto universal de *especie*; por ejemplo, para definir a los organismos eucariontes, es decir, a aquellos cuyas células poseen un núcleo delimitado por membranas, se han identificado al menos 22 conceptos distintos de *especie* (Rosselló-Mora y Amann 2001). Existen otras acepciones de acuerdo con el enfoque disciplinario con el que se trabaje (Perfectti 2002); por ejemplo, el biológico (Mayr 1942), el evolutivo (Simpson 1961, Wiley 1981, Templeton 1989), el filogenético (Cracraft 1989), el ecológico, entre otros (Mayden 1997, Brent 1999). Una definición común de este término es la propuesta por Mayr (1942) que indica que son grupos de poblaciones que se entrecruzan y tienen descendencia fértil, que comparten una serie de rasgos distintivos y que evolucionan de forma separada de otros grupos

Cruz-Angón, A., J. Cruz-Medina y E.E. Mata-Zayas. 2019. Introducción. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 11-13.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(concepto biológico de especie); sin embargo, esta definición no tiene en cuenta a las especies que no tienen reproducción sexual, como muchos microorganismos (bacterias y otros). Curiosamente, el artículo 2 del CDB, en el que se indican los términos utilizados en este convenio, no establece entre sus definiciones el término *especie*, aunque sí incluye el de *especie domesticada o cultivada*.

Los seres vivos y las maneras de clasificarlos

La ciencia biológica utiliza un sistema de clasificación de todos los seres vivos que fue desarrollado por Carlos Linneo (1758), el cual establece un sistema binomial para nombrar a las especies, mediante un epíteto genérico (comúnmente se le llama *género*) y un epíteto específico (o especie; figura 1). Este sistema está conformado por siete categorías jerárquicas principales y varias subcategorías incluyentes: 1. Reino, 2. *Phyllum* o División, 3. Clase, 4. Orden, 5. Familia, 6. Género y 7. Especie. Con esto se evitan confusiones al utilizar nombres comunes, ya que estos pueden variar de acuerdo con el lugar, la cultura y el idioma.

En la presente obra, los autores hicieron un importante esfuerzo para utilizar tanto la nomenclatura científica (sistema binomial) de las especies, como su nombre común para facilitar la identificación de los organismos a los lectores no familiarizados con textos técnicos.

En la sección VI de este volumen se describe la diversidad de especies presentes en Tabasco para los principales grupos biológicos. Se comienza por organismos de relativa menor complejidad y se termina con los vertebrados. Se han incluido varios estudios de caso que dan cuenta de la diversidad de algunos grupos en sitios particulares del estado, entre otros temas.

Diversidad genética

La sobrevivencia de las especies ante cambios drásticos del medio ambiente depende, en gran parte, de qué tan diversas genéticamente sean sus poblaciones (UNESCO 2015). La información capaz de asegurar la permanencia de los seres vivos a través del tiempo está contenida en los genes de cada individuo; ésta es la base para que la selección natural actúe y se lleve a cabo la evolución. En la sección VII, el lector encontrará algunos casos de estudio que documentan estudios genéticos de plantas y animales importantes económica y culturalmente, como del cacao (*Theobroma cacao*), o del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*).

Los ejemplos documentados en esta sección son pocos en comparación con la enorme biodiversidad de la entidad. Esto hace evidente la necesidad de incrementar la cantidad de científicos que se dediquen al conocimiento de la diversidad genética de las especies locales y la infraestructura para estudiarla, con la finalidad de que propongan acciones para conservar y usar, de manera sustentable, el acervo genético de las mismas.

Clasificación taxonómica		
Reino	Plantae	Animalia
Phyllum o División	Magnoliophyta	Craniata
Subphyllum	-	Vertebrata
Clase	Magnoliopsida	Mammalia
Subclase	Rosidae	-
Orden	Myrtales	Rodentia
Familia	Combretaceae	Erethizontidae
Género	*Conocarpus*	*Sphiggurus*
Especie	*Conocarpus erectus*	*Sphiggurus mexicanus*
Autoridad taxonómica	L., 1753	Kerr, 1792

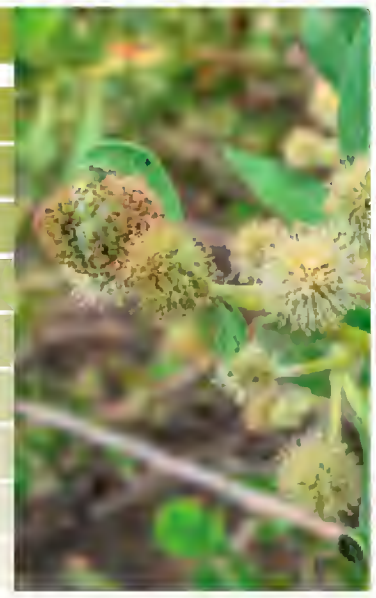


Figura 1. Clasificación taxonómica de dos especies que se distribuyen en Tabasco consultadas en EncicloVida (2017). El mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) es una planta acuática presente en las costas de la entidad, donde desempeña una importante función para la generación de diversos servicios ambientales. El puercoespín tropical (*Sphiggurus mexicanus*) es una especie rara que albergan los bosques tropicales de Tabasco. Ambas especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría amenazada; adicionalmente, *S. mexicanus* se encuentra dentro del Apéndice III del CITES, mientras que *C. erectus* es una especie considerada como prioritaria para la conservación. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez Pérez y J.M. Koller González, respectivamente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La información contenida en este volumen es una fotografía "instantánea" de la vasta diversidad presente en Tabasco. Los esfuerzos de revisión y actualización que se lleven a cabo en el futuro deben ser considerados para seguir ofreciendo a la población y tomadores de decisiones bases sólidas que permitan proteger, mantener y aprovechar la biodiversidad en la entidad.

Referencias

Begon, M., C.R. Townsend y J.L. Harper. 2006. *Ecology from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Inglaterra.

Brent, D. 1999. Getting rid of species? En: *Species: new interdisciplinary essays*. R. Wilson (ed.). MIT Press, Estados Unidos, pp. 307-315.

CDB. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. En: <*http://www.cbd.int/convention/articles/?a=cbd-02*>, última consulta: 17 de febrero de 2016.

Cracraft, J. 1989. Speciation and its ontology: the empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns and processes of diferentiation. En: *Speciation and its consequences*. D. Otte y J.A. Endler (eds.). Sinauer, Sunderland, pp. 28-59.

EncicloVida. 2017. Plataforma digital de la CONABIO para conocer a las especies de plantas, hongos y animales de México. En: <*http://www.enciclovida.mx/*>, última consulta: marzo de 2017.

Gignoux, J., I.D. Davies, S.R. Flint y J.D. Zucker. 2011. The ecosystem in practice: interest and problems of an old definition for constructing ecological models. *Ecosystems* 14:1039-1054.

Hutchings, M.J., D.J. Gibson, R.D. Bardgett *et al.* 2012. Tansley's vision for Journal of Ecology, and a centenary celebration. *Journal of Ecology* 100:1-5.

Levin, D.A. 1979. The nature of plant species. *Science* 204:381-384.

Linneo, C. 1758. *Sistema natural, en tres reinos de la naturaleza, según clases, órdenes, géneros y especies, con características, diferencias, sinónimos, lugares*. Theodorum Haak, Leiden.

Mayr, E. 1942. *Systematics and the origin of species from the viewpoint of a zoologist*. Columbia University Press, Nueva York.

Mayden, R.L. 1997. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. En: *Species: the units of biodiversity*. M.F. Hawah y M.R. Wilson (eds.). Chapman and Hall, Londres, pp. 381-424.

Perfectti, F. 2002. Especiación: modos y mecanismos. En: *Evolución: la base de la biología*. M. Soler (ed.). Proyecto Sur, España, pp. 307-321.

Rosselló-Mora, R. y R. Amann. 2001. The species concept for prokaryotes. *FEMS Microbiological Reviews* 25:39-67

Simpson, G.G. 1961. *Principles of animal taxonomy*. Columbia University Press, Nueva York.

Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16:284-307.

Templeton, A.R. 1989. The meaning of species and speciation: a genetic perspective. En: *Speciation and its consequences*. D. Otte y J.A. Endler (eds.). Sinauer, Sunderland, pp. 3-27.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2015 Thesaurus. En: <*www.unesco.org*>, última consulta: 22 de febrero de 2016.

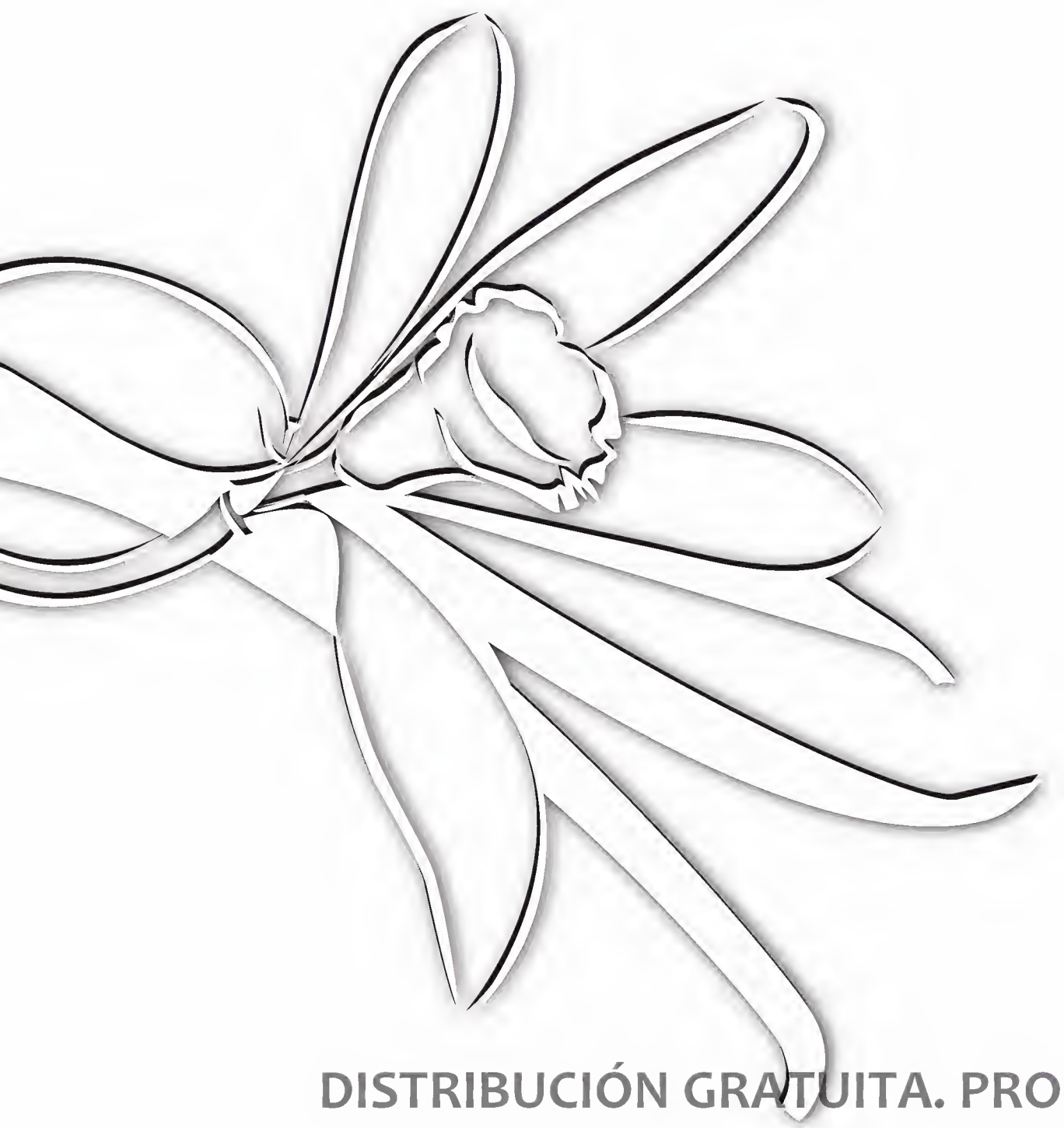
Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics. The theory and practice of phylogenetic systematics*. Wiley, Nueva York.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad de ecosistemas 5

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

María De los Ángeles Guadarrama Olivera y Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Las asociaciones vegetales son indicadores de las condiciones ambientales de un sitio particular, de tal manera que las variantes de los componentes físicos se expresan en el ecosistema final; por ejemplo, las diferencias en los niveles de salinidad del agua pueden permitir el desarrollo de pukteales (*Bucida buceras*), selvas bajas de apompo (*Pachira aquatica*), canacoitales (*Bravaisia integerrima*) o manglares.

Estas condiciones explican por qué Tabasco, siendo pequeño en extensión territorial, tiene gran diversidad de comunidades vegetales. En esta sección se describen los principales ecosistemas que se presentan en la entidad, entendidos como comunidades vegetales terrestres, acuáticas o semiacuáticas.

Comunidades vegetales terrestres

En la zona de sierra de Tabasco, entre 800 y 950 msnm, se puede distinguir el bosque mesófilo de montaña o bosque nuboso, restringido al Cerro de las Flores al sur del municipio Huimanguillo. Asimismo, en la Sierra del Madrigal, en los municipios Teapa y Tacotalpa, se encuentran elementos vegetales propios de este tipo de comunidad, aunque no llega a desarrollarse totalmente. El bosque mesófilo es un ecosistema frágil pero complejo y diverso por la mezcla de especies de origen boreal y tropical que se combinan en una intrincada estructura arbórea con abundantes especies epífitas y trepadoras. Es un almacén de germoplasma, además resguarda numerosas especies amenazadas y en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Uno de los principales servicios ecosistémicos que brinda esta comunidad es el de captura de agua, aspecto importante para un estado como Tabasco. No obstante, en las últimas décadas, su distribución original ha sido afectada por el cambio de uso del suelo relacionado con las actividades humanas.

De los 800 a los 40 msnm se ubica la selva alta perennifolia, en algunas regiones por debajo del bosque mesófilo con el que limita y se entremezcla en función de la altitud; también se distinguen algunas variantes de las especies dominantes y la caducidad de las hojas, como la selva mediana subperennifolia. Este ecosistema destaca por su gran diversidad de especies arbóreas, así como por su alta productividad y complejidad estructural y funcional. Hasta mediados de los años cuarenta gran parte de Tabasco estaba cubierta por vegetación selvática; sin embargo, para 2006 sólo cubría de 5.47% a 6.21% de su superficie. Sus remanentes se localizan en la Sierra de Tenosique, Sierra del Madrigal y Sierra de Huimanguillo, y una superficie importante en donde se presenta esta vegetación ha sido declarada área protegida o reserva ecológica.

A pesar de la reducida área que ocupan estos remanentes, contienen una alta diversidad de especies, por lo que es importante su conservación. Es el caso de la Sierra del Madrigal, un macizo montañoso de roca caliza que por su singularidad ha recibido la atención de numerosos botánicos; en este lugar se han registrado más de 700 especies, en su mayoría de amplia distribución, pero muchas otras de distribución restringida, incluso algunos microendemismos como la Fabaceae *Zapoteca quichoi* y la gimnosperma *Zamia cremnophila*.

Como resultado del cambio de uso del suelo en las selvas (fomentado por prácticas agrícolas y pecuarias), una parte importante del territorio tabasqueño presenta vegetación secundaria o acahuales, cuya distribución, estructura y composición florística varía respecto al grado de alteración de la vegetación original.

Guadarrama Olivera, M.Á. y N.C. Jiménez-Pérez. 2019. Resumen ejecutivo. Diversidad de ecosistemas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 17-20.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

De esta forma, se identifican tres tipos de acahuales en la entidad: alto (con dominancia de árboles mayores a 20 m de altura), mediano (con presencia de árboles que, en promedio, alcanzan 15 m) y bajo (generalmente dominado por arbustos menores a 5 m). La importancia de estas comunidades vegetales es su potencial de recuperación, lo que a su vez permitiría el restablecimiento de diversos beneficios, como los servicios ambientales; no obstante, para ello es necesario implementar estrategias adecuadas para su manejo a fin de evitar disturbios frecuentes y de gran magnitud.

Otro tipo de vegetación es el de las sabanas, dominada principalmente por pastos que pueden presentarse en dos condiciones: sin árboles o con árboles dispersos. En Tabasco subsisten áreas extensas en dos municipios: Huimanguillo y Balancán, donde se desarrolla una intensa actividad ganadera, cuyo manejo es contrastante. La mayor parte de las sabanas de Huimanguillo está cubierta con pastos introducidos como el Chontalpo (*Brachiaria decumbens*) y el Chetumal o humidícola (*Brachiaria humidicola*), mientras que en Balancán se presentan principalmente pastos nativos. Las sabanas son ecosistemas considerados como la fase final de una hidroserie a partir del pantano y, particularmente en Tabasco, tienen un origen antropogénico mediante el proceso de roza-tumba y quema de selvas y bosques.

Comunidades vegetales acuáticas o semiacuáticas

Por el territorio tabasqueño fluye 30% del agua del país, misma que proviene de Guatemala y del estado de Chiapas a través del sistema Grijalva-Usumacinta. Estas aguas, al llegar a la planicie o llanura costera, se desbordan y generan una compleja red hídrica que diverge y se vuelve a unir formando diversos cuerpos pantanosos, de aguas temporales (lagunetas) y permanentes (lagunas), las cuales alcanzan su máxima manifestación en municipios como Centla, Nacajuca, Jonuta, Paraíso, Comalcalco, Cárdenas y Huimanguillo.

Más de un tercio de la flora de Tabasco se encuentra en estos ambientes (denominados humedales), formando diversas asociaciones vegetales que se desarrollan en condiciones de alta humedad o de inundación, en algunos casos con efectos de alta salinidad o en sustratos especiales. En el estado es posible encontrar una importante variedad de humedales, desde selvas medianas inundables y manglar, hasta comunidades acuáticas herbáceas, generalmente monodominantes (espadañales, popales, sibales, entre otros), cada uno con una composición y características estructurales diferentes.

Respecto a ello, la zona mejor estudiada y conservada en el estado es la que ocupa la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Algunos autores refieren que la riqueza florística de esta reserva representa 25% de la estatal, y es considerada como la reserva de plantas acuáticas más importante de México y Mesoamérica, por lo que este humedal se encuentra inscrito como sitio Ramsar de importancia mundial. En contraste, las zonas menos estudiadas en cuanto a sus comunidades acuáticas son las ubicadas en el municipio Huimanguillo y la parte montañosa del sur de Tabasco, donde la flora acuática es diferente debido a las condiciones físicas que ahí se presentan.

Para su mejor comprensión, dada su extensión y complejidad, en este resumen se agrupa la información de los humedales en comunidades arbóreas y arborescentes (selvas medianas y bajas inundables), comunidades arbustivas, y comunidades herbáceas (vegetación hidrófita acuática y subacuática).

Comunidades arbóreas y arborescentes

Las selvas medianas inundables se encuentran representadas por dos asociaciones: los canacoitales y los pukteales, dominados por *Bravaisia integerrima* y *Bucida buceras*, respectivamente. La selva mediana perennifolia inundable de canacoíte se caracteriza, fisonómicamente, por las raíces zancudas de la especie dominante, y actualmente solo se encuentra representada en cuatro remanentes: en Yu-Balcah en el municipio Tacotalpa, en la zona de Sanes-Huastecas en el municipio Teapa, en la Reserva Ecológica Parque Estatal de La Chontalpa y en un relicto más ubicado en el Poblado C-29, estos últimos en el municipio Cárdenas.

La selva mediana subperennifolia de pukté (*Bucida buceras*) se localiza en suelos inundables con influencia de salinidad en los márgenes del río Usumacinta, desde Emiliano Zapata y Jonuta, con una importante presencia en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. La vegetación puede alcanzar una altura entre 15 y 25 m, por lo que se trata de un ecosistema complejo y poco estudiado que ha sido afectado por disturbios naturales y por actividades antropogénicas, lo que ha provocado una rápida reducción de su superficie.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las selvas bajas inundables de tinto o tintales son comunidades dominadas por el árbol de tinto (*Haematoxylum campechianum*), que se presenta en forma de fragmentos con algunas áreas más extensas dentro de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Históricamente, los tintales han sido muy afectados y fragmentados debido a prácticas agrícolas y pecuarias, por lo que es importante estudiar los fragmentos de selva, ya que quedan muy pocos en Tabasco; además, son un reservorio de germoplasma y albergan diferentes especies de flora y fauna.

Un tipo de vegetación emblemático de las zonas de humedales de la línea costera es el manglar. En la entidad se encuentran cuatro de las seis especies presentes en México: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), lo que forma comunidades de estructuras variables que se desarrollan en diferentes ambientes geomorfológicos como cuencas interfluviales y riberas de ríos, planicies lodosas y a lo largo de cordones litorales. Los manglares pueden asociarse con especies características de otras comunidades vegetales como mucales (*Dalbergia* spp.), vegetación riparia, hidrófitas y selvas inundables dominadas por pukté (*Bucida buceras*) y zapote de agua (*Pachira aquatica*).

En Tabasco, además de que existen manglares en zonas costeras, también hay formaciones hacia el interior del estado sobre las riberas de los ríos Tonalá (límite con Veracruz), San Pedro y San Pablo (límite con Campeche), y sobre el río San Pedro en Balancán.

Comunidades arbustivas

Los matorrales inermes inundables están representados por tres tipos de comunidades: el julubal (*Bravaisia berlanderiana*); el mucal, representado por tres especies de *Dalbergia*: *D. glabra*, *D. browneii*, y *D. tabascana*; y el guayabillal (*Cephalanthus occidentalis*). Otros matorrales son los espinosos inundables representados por zarza (*Mimosa pigra*) y por *Machaerium falciforme*, los cuales se ven favorecidos por la perturbación. Un ejemplo de la vegetación típica de las planicies aluviales de la zona este de Tabasco se presenta en el estudio de caso de La Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, la cual conserva vegetación de selva mediana perennifolia de puckté (*Bucida buceras*), selva baja perennifolia de tinto (*Haematoxylum campechianum*), acahual medio y matorral bajo de mucal (*Dalbergia brownei*), así como pastizales, cuerpos de agua, zonas turísticas y arqueológicas.

Comunidades herbáceas (vegetación herbácea acuática y subacuática)

Están constituidas por seis formas de vida: las hidrófitas enraizadas emergentes, que son las más comunes dentro de la vegetación acuática herbácea y a las cuales pertenecen los popales (*Thalia geniculata*), espadañales, tulares o neales (*Typha domingensis*), sibales (*Cladium jamaicense*) y carrizales (*Phragmites australis*); las hidrófitas enraizadas de hojas flotantes, como la hoja de sol (*Nymphaea ampla*) y pancillo (*Nymphoides indica*); las hidrófitas enraizadas de tallos postrados como *Ludwigia helmintorrhiza* y la dormilona de agua (*Neptunia natans*); las hidrófitas enraizadas sumergidas entre las que se encuentra el sargazo (*Cabomba palaeformis*) y cintilla (*Vallisneria americana*); las hidrófitas libres flotadoras como lirio de agua (*Eichhornia crassipes*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) y helecho oreja de ratón (*Salvinia minima*); y las hidrófitas libremente sumergidas como *Utricularia* spp. y *Wolffiella* spp., las cuales suelen formar manchones en los cuerpos de agua, pero en su mayoría constituyen la flora que acompaña a las comunidades de hidrófitas emergentes.

Otras comunidades vegetales

Otro tipo de vegetación, ya escaso en Tabasco, son las dunas costeras. Se trata de ecosistemas dinámicos y frágiles que se distribuyen en una delgada franja litoral en los municipios Cárdenas, Comalcalco, Paraíso y Centla, y particularmente al borde de las lagunas costeras. Las dunas de la entidad están poco desarrolladas, por lo tanto, son estructuralmente simples, mantienen una importante diversidad vegetal y son el hábitat de numerosas especies de fauna silvestre; además, prácticamente constituyen la primera barrera que sirve de amortiguamiento en los eventos de huracanes y elevación de marea.

En Tabasco también se presentan los agroecosistemas, de los que subsisten dos grupos: los *tradicionales* y los *modernos* o *comerciales*. Los primeros se caracterizan porque contienen una riqueza de especies que son usadas y manejadas de acuerdo con un cúmulo de conocimientos que se mantienen en la cultura de las comunidades y son transmitidos por generaciones, utilizan técnicas ancestrales que generaron por prueba

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y error y usan genotipos criollos o nativos; estos agroecosistemas permiten la rotación de terrenos, la regeneración de vegetación en áreas que se dejan descansar y el uso de policultivos, lo que favorece la presencia de fauna silvestre representativa de la zona. Por su parte, los agroecosistemas modernos se caracterizan porque se les pone énfasis comercial y manejo intensivo, en los que confluyen aspectos como la utilización de insumos agropecuarios, por ejemplo, fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas; genotipos mejorados, así como técnicas y equipamiento que se generan en centros de investigación especializados.

Los principales cultivos o agroecosistemas tradicionales son las milpas, en las que se asocian o intercalan maíz, frijol y calabaza. Los cacaotales también son un tipo de agroecosistema tradicional, y en ellos se asocian más de 50 especies útiles, como frutales, maderables, medicinales o para construcción, entre otros.

En los agroecosistemas modernos sobresalen los monocultivos de plátano (*Musa cavendishii* y *M. paradisiaca*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sandía (*Citrullus vulgaris*), piña (*Ananas comosus*), hule (*Hevea brasiliensis*), entre otros.

Las 53 principales especies vegetales que fueron cultivadas en el estado para el año 2010 ocuparon una superficie de 238 622.98 ha (9.65% de la superficie estatal), de las cuales 35% se dedicó al maíz, 17% al cacao, 13% a la caña de azúcar, 6% a cítricos, y tanto el plátano como el sorgo 4% cada uno; estos seis cultivos ocuparon 79% de la superficie total cultivada en la entidad.

En contraste, 34 cultivares ocuparon superficies menores a 1 000 ha cada uno; de estos últimos, 19 tienen una superficie estatal sembrada menor a 100 ha cada uno. Esto representa áreas cultivadas muy dispersas y pequeñas relacionadas con la gran cantidad de comunidades y poblaciones rurales del estado. Sin embargo, desde el punto de vista ecológico, esta situación es favorable para la conservación de la biodiversidad del estado, ya que permite que se mantengan fragmentos –aunque dispersos– de vegetación nativa y, en ésta, fauna asociada a la misma, lo que no ocurre en las zonas con cultivos extensivos.

En Tabasco, en general, los ecosistemas terrestres y acuáticos han sufrido una serie de presiones que los están mermando; destacan la tala y quema de la vegetación original y la expansión ganadera, las cuales han contribuido a la destrucción de las selvas; otros factores son los asentamientos humanos y la construcción de infraestructura urbana, industrial y petrolera, mismas que representan una fuerte amenaza para su conservación.

Estas acciones han provocado, en mayor o menor medida, fragmentación de los ecosistemas, desecación de cuencas, destrucción de los vasos reguladores, erosión de taludes de ríos y canales, pérdida de suelo, alteración y modificación de la hidrología, lo que ha ocasionado inundaciones en las planicies, salinización y erosión de las zonas costeras, entre otros efectos. Asimismo, se ha acelerado la disminución de la diversidad, lo que amenaza la existencia de especies e incluso sistemas vegetales.

La mayoría de estos ecosistemas naturales están representados dentro de alguna de las áreas naturales protegidas del estado, lo que ha contribuido a detener parcialmente su deforestación intensiva; sin embargo, persisten otras formas de explotación no reguladas. Otras comunidades como sabanas, encinares, dunas costeras e incluso las áreas de acahuales han quedado fuera de los programas oficiales de conservación y uso sustentable. Todos estos ecosistemas representan reservorios de germoplasma y forman parte del patrimonio natural y cultural, por lo que deben ser protegidos y aprovechados de manera racional.

En esta sección los autores exponen las estrategias de manejo más adecuadas de acuerdo con las particularidades de cada ecosistema. Entre las más urgentes se enumeran la conservación del germoplasma y programas de restauración ecológica y regeneración de las poblaciones; la regulación y vigilancia de los permisos de aprovechamiento forestal y los cambios de usos de suelo; el establecimiento de criterios que conlleven a un ordenamiento territorial; el control de incendios; la promoción de pago por servicios ambientales; la introducción de sistemas agroforestales en las áreas productivas; el impulso del turismo comunitario y, sobre todo, la educación ambiental de los pobladores y de los manejadores de estos remanentes de vegetación; la realización de estudios para evaluar, reducir o evitar los efectos del manejo y el impacto de las actividades humanas sobre los diferentes tipos de vegetación; así como la generación de información básica acerca de la biología, ecología, distribución, dinámica de los ecosistemas y sus procesos en la entidad.

En este contexto se incluyen, como metodología útil para evaluar el estado de conservación o deterioro de los paisajes, una aportación y un estudio de caso acerca del estudio de los paisajes y su grado de modificación, lo que permite ubicar en el territorio amenazas y áreas de oportunidad que fortalezcan la protección de los ecosistemas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El bosque mesófilo de montaña

Ofelia Castillo Acosta, Joel Zavala Cruz, Deysi López López y Carlos Almeida Cerino

Introducción

El bosque mesófilo de montaña es un ecosistema complejo debido a su origen, estructura, composición florística y biogeografía (Rzedowski 1991). Ocupa entre 0.5 y 1% del territorio nacional, pero almacena una gran biodiversidad que consiste en 10% de la riqueza florística de México, y se calcula que 30% de sus especies son endémicas (Rzedowski 1991, 1996, CONABIO 2010). Se ubica entre los 400 y 3 100 msnm y es favorecido por la captación de humedad gracias a su posición hacia los océanos (Challenger 1998). Se distribuye a manera de archipiélagos de vegetación, lo que tiene grandes implicaciones para su conservación, y está compuesto por elementos botánicos con afinidades tropicales y templadas. En las últimas décadas ha sufrido un deterioro muy severo por el cambio de uso del suelo (Williams-Linera 2007).

En Tabasco, el bosque mesófilo de montaña se localiza principalmente en el Cerro de las Flores (localmente llamado Cerro de Microondas) del ejido Villa Guadalupe, al sur del municipio Huimanguillo (Castillo *et al.* 1995) y, en menor proporción, en los ejidos aledaños. Dicho cerro forma parte del archipiélago Selva Negra (CONABIO 2010) y de la región fisiográfica Sierra Norte de Chiapas; se trata de una ecorregión de laderas inclinadas, con escarpes de falla de dirección sureste-noroeste con pendientes de 40 a 60% en altitudes de 500 a 1 020 msnm.

Los suelos son Acrisoles y Regosoles, y se desarrollan sobre rocas sedimentarias de conglomerados y areniscas, van de profundos a delgados, muy ácidos, pobres en nutrientes y pedregosos (Zavala-Cruz *et al.* 2011).

Durante todo el año el clima es tropical lluvioso, con precipitación anual cercana a 3 000 mm, lo que favorece la neblina permanente y que la temperatura disminuya en las noches, sobre todo de octubre a febrero; en general, es más fresca que en el resto del estado (figuras 1 y 2).

El bosque mesófilo se establece en el parteaguas de las cuencas de los ríos Grijalva y Tonalá, específicamente en cúspides, escarpes de 100 a 300 m de altura y laderas muy inclinadas que se alternan con relictos de selva alta perennifolia, la cual se encuentra en pisos inferiores, preferentemente en cañadas y valles abrigados de los vientos. Forma parte de la reserva ecológica de Agua Selva, cuya superficie de selvas varió de 6 891 a 6 128 ha en el periodo de 1976-2000 (Alejandro-Montiel *et al.* 2010). La abundante precipitación contribuye a formar arroyos perennes, cascadas y manantiales, con lo que ofrece servicios ambientales hidrológicos a las poblaciones circunvecinas, las cuales aprovechan el agua para uso doméstico y recreativo, como en los ejidos: Villa Guadalupe, Francisco J. Mújica, Carlos A. Madrazo, Chimalapas y Malpasito, en Tabasco, y Rómulo Calzada en Chiapas.

Importancia biológica y ecológica

El ambiente físico y biótico en el que se desarrolla el bosque mesófilo le confiere características idóneas para almacenar gran diversidad florística. La mayor cantidad de especies corresponde a las familias de las orquídeas (100), palmas (15), rubiáceas (10) y aráceas (10; Almeida-Cerino *et al.* 2006).

En particular, este bosque mesófilo se caracteriza por tener dos estratos de árboles bien definidos. El estrato alto de más de 20 m de altura, que está constituido por árboles en los que dominan robles o encinos (*Quercus skinneri* y *Q. xalapensis*; figura 3), ambas especies pertenecen al complejo Acutifoliae

Castillo-Acosta, O., J. Zavala-Cruz, D. López López y C. Almeida Cerino. 2019. El bosque mesófilo de montaña. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 21-27.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Distribución del bosque mesófilo de montaña en laderas del Cerro de las Flores, Huimanguillo. Foto: Joel Zavala-Cruz.

Figura 2. Cerro de las Flores desde el poblado Villa Guadalupe, Huimanguillo. Foto: Carlos Almedia-Cerino.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

que reportó Romero-Rangel (2006), además del liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*; figura 4), rojo (*Simira salvadorensis*) y palo batea (*Clethra mexicana*). En el estrato bajo dominan varios árboles de la familia Rubiaceae, como labios de mujer (*Psychotria elata*) y helechos arborescentes (*Cyathea myospiroides* y *Sphaeropteris horrida*) (Castillo *et al.* 1995; cuadro 1).

Las epifitas destacan como formas de vida favorecidas por la neblina, entre las que dominan especies de orquídeas, aráceas, bromelias, helechos y cactáceas. Otras formas biológicas frecuentes son lianas, trepadoras, palmas, parásitas y cicadáceas. Varias especies tienen estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010).

Fauna

El bosque mesófilo presenta gran biodiversidad de animales como reptiles y anfibios (Zavala-Castillo 2013). Las aves comunes son tucán (*Ramphastos sulfuratus*), hocofaisán o pavo de monte (*Crax rubra*) y lechuza blanca (*Tyto alba*). Los mamíferos frecuentes son armadillo (*Dasypus novemcinctus mexicanus*) y tepezcuintle (*Agouti paca*), y aún se observan individuos de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Otros mamíferos han sido fuertemente impactados por la caza hasta ser casi extinguidos, como jaguar (*Panthera onca*), danta (*Tapirus bairdii*) y tigrillo (*Leopardus tigrinus*; Sánchez-Hernández *et al.* 2005).

Figura 3. a) Hojas de roble o encino grande (*Quercus skinneri*), y b) frutos y hojas de roble o encino (*Quercus xalapensis*). Fotos: Deysi López-López.

Figura 4. a) En el sotobosque del bosque mesófilo de montaña crecen varias especies de Cycadaceas, y b) frutos de liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*). Fotos: Deysi López-López.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Lista de plantas que se encuentran en el bosque mesófilo de montaña en las laderas de Huimanguillo.

Orden	Familia	Género	Epíteto específico
Apiales	Araliaceae	*Dendropanax*	*arboreus*
Arecales	Arecaceae	*Astrocaryum*	*mexicanum*
Arecales	Arecaceae	*Chamaedorea*	*elegans*
Arecales	Arecaceae	*Chamaedorea*	*tepejilote*
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia*	*alliodora*
Boraginales	Icacinaceae	*Oecopetalum*	*mexicanum*
Brassicales	Caricaceae	*Carica*	*papaya*
Ericales	Clethraceae	*Clethra*	*mexicana*
Ericales	Primulaceae	*Jacquinia*	*macrocarpa*
Ericales	Primulaceae	*Ardisia*	*pellucida*
Ericales	Sapotaceae	*Pouteria*	*reticulata*
Fabales	Fabaceae	*Inga*	*vera*
Fabales	Fabaceae	*Pithecellobium*	*saman*
Fabales	Fabaceae	*Calliandra*	*houstoniana*
Fabales	Fabaceae	*Lonchocarpus*	*castilloi*
Fabales	Fabaceae	*Senna*	*dariensis*
Fabales	Fabaceae	*Ormosia*	*macrocalyx*
Fabales	Fabaceae	*Lonchocarpus*	*cruentus*
Fabales	Fabaceae	*Acacia*	*cornigera*
Fabales	Fabaceae	*Enterolobium*	*cyclocarpum*
Fabales	Fabaceae	*Gliricidia*	*sepium*
Fabales	Fabaceae	*Erythrina*	*edulis*
Fabales	Fabaceae	*Swartzia*	*cubensis*
Fabales	Fabaceae	*Sweetia*	*panamensis*
Fabales	Fabaceae	*Vatairea*	*lundellii*
Fagales	Fagaceae	*Quercus*	*affinis*
Fagales	Fagaceae	*Quercus*	*sartorii*
Fagales	Fagaceae	*Quercus*	*skinneri*
Fagales	Myricaceae	*Myrica*	*serica*
Gentianales	Apocynaceae	*Tabernaemontana*	*arborea*
Gentianales	Rubiaceae	*Faramea*	*occidentalis*
Gentianales	Rubiaceae	*Alibertia*	*edulis*
Gentianales	Rubiaceae	*Genipa*	*americana*
Gentianales	Rubiaceae	*Posoqueria*	*latifolia*
Gentianales	Rubiaceae	*Hamelia*	*patens*
Gentianales	Rubiaceae	*Simira*	*salvadorensis*
Lamiales	Bignoniaceae	*Tabebuia*	*rosea*
Lamiales	Bignoniaceae	*Spathodea*	*campanulata*
Lamiales	Bignoniaceae	*Tabebuia*	*guayacan*
Lamiales	Verbenaceae	*Lippia*	*myriocephala*
Laurales	Siparunaceae	*Siparuna*	*nicaraguensis*
Magnoliales	Annonaceae	*Annona*	*reticulata*
Magnoliales	Annonaceae	*Cymbopetalum*	*penduliflorum*
Magnoliales	Annonaceae	*Guatteria*	*anomala*
Malpighiales	Chrysobalanaceae	*Licania*	*platypus*
Malpighiales	Calophyllaceae	*Calophyllum*	*brasiliense*
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Croton*	*draco*
Malpighiales	Salicaceae	*Zuelania*	*guidonia*
Malpighiales	Clusiaceae	*Garcinia*	*intermedia*
Malpighiales	Malpighiaceae	*Byrsonima*	*crassifolia*
Malpighiales	Malpighiaceae	*Bunchosia*	*lanceolata*
Malpighiales	Salicaceae	*Casearia*	*nitida*
Malpighiales	Violaceae	*Rinorea*	*guatemalensis*
Malvales	Malvaceae	*Belotia*	*mexicana*
Malvales	Malvaceae	*Hampea*	*macrocarpa*
Malvales	Malvaceae	*Hibiscus*	*elatus*
Malvales	Malvaceae	*Malvaviscus*	*arboreus*
Malvales	Malvaceae	*Trichospermum*	*mexicanum*
Malvales	Malvaceae	*Heliocarpus*	*donnell-smithii*
Myrtales	Combretaceae	*Terminalia*	*amazonia*
Myrtales	Melastomataceae	*Miconia*	*argentea*
Myrtales	Myrtaceae	*Eugenia*	*capuli*
Myrtales	Myrtaceae	*Pimenta*	*dioica*
Myrtales	Myrtaceae	*Psidium*	*guajava*
Myrtales	Myrtaceae	*Psidium*	*sartorianum*
Oxalidales	Connaraceae	*Connarus*	*erianthus*
Oxalidales	Connaraceae	*Rourea*	*glabra*
Piperales	Piperaceae	*Piper*	*achromatolepis*
Rosales	Moraceae	*Ficus*	*glabrata*
Rosales	Moraceae	*Poulsenia*	*armata*
Rosales	Moraceae	*Brosimum*	*alicastrum*
Rosales	Urticaceae	*Cecropia*	*obtusifolia*
Rosales	Urticaceae	*Myriocarpa*	*longipes*
Rosales	Urticaceae	*Urera*	*baccifera*
Sapindales	Anacardiaceae	*Spondias*	*mombin*
Sapindales	Burseraceae	*Bursera*	*simaruba*
Sapindales	Meliaceae	*Guarea*	*glabra*
Sapindales	Meliaceae	*Trichilia*	*havanensis*
Sapindales	Meliaceae	*Swietenia*	*macrophylla*
Sapindales	Meliaceae	*Cedrela*	*odorata*
Sapindales	Rutaceae	*Zanthoxylum*	*kellermanii*
Sapindales	Rutaceae	*Citrus*	*nobilis*
Sapindales	Sapindaceae	*Cupania*	*dentata*
Sapindales	Sapindaceae	*Sapindus*	*saponaria*
Saxifragales	Altingiaceae	*Liquidambar*	*macrophylla*
Solanales	Solanaceae	*Solanum*	*aligerum*

Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Importancia hidrológica

Challenger (1998) menciona que los árboles del dosel del bosque mesófilo, así como las epífitas del dosel y subdosel, capturan entre 325 y 941 mm de la precipitación horizontal de agua al año, lo que equivale a entre 7.2 y 31% de la lluvia total; las epífitas acumulan 40% de los nutrientes almacenados en la biomasa no leñosa. Los árboles también protegen el suelo contra la erosión hídrica y aportan hojarasca que se transforma en materia orgánica que actúa como esponja que absorbe y retiene agua.

Problemática ambiental

Las actividades humanas, han repercutido en la pérdida de bosque mesófilo; por ejemplo, entre 1970 y 2010, se construyeron seis torres de microondas en la cima de la montaña del ejido Villa Guadalupe por lo que hubo construcción de terracerías y nivelación del suelo.

En el 2002 se propuso un plan de manejo y aprovechamiento de 1 200 ha de bosque, lo que impulsó la tala de árboles maderables de encino (*Q. skinneri*), liquidambar (*L. styraciflua*) y rojo (*Simira salvadorensis*; observaciones de campo de Ofelia Castillo).

En años recientes los incendios forestales provocaron la pérdida de vegetación en las laderas norte y noreste del Cerro de las Flores (figura 5).

La perturbación constante de los ecosistemas ha dificultado la regeneración de las especies nativas y ha propiciado la introducción de plantas oportunistas, como escobillo (*Myrica cerifera*) y helecho (*Pteridium aquilinum*) que forman comunidades uniespecíficas (donde domina una sola especie) en las laderas impactadas (observaciones de campo de Ofelia Castillo).

En la orilla de las terracerías y en las zonas quemadas se han establecido comunidades secundarias con especies dominantes, como jolotzin (*Heliocarpus donnellsmithii*) y guarumo (*Cecropia peltata*).

Problemática social

Existe marginación en las comunidades rurales contiguas al bosque, ya que hay analfabetismo en la población adulta. Las casas consisten en dos cuartos, una cocina con techo de paja y carecen de piso de concreto y, hasta años recientes, se construyó un camino pavimentado. Los servicios médicos son deficientes. Los campesinos se ven forzados a practicar actividades agropecuarias y ganaderas en las laderas, de preferencia en los acahuales, con base en roza, tumba y quema, para procurarse el sustento. De esta manera se ejerce presión sobre el bosque mesófilo.

Grupos organizados

Los primeros ejidatarios de Villa Guadalupe acordaron conservar la montaña (así llaman al bosque mesófilo y a la selva) para mantener sus fuentes de agua. En el año 2000 los ejidatarios se organizaron y en el 2005 se consolidaron como un grupo de mujeres y hombres protectores de la montaña, por lo que establecieron una unidad de manejo ambiental (UMA) de orquídeas, construyeron senderos hacia los sitios de mayor belleza escénica, y empezaron a proporcionar servicios de guías, alimentación, hospedaje y vigilancia permanente.

Grupos de profesores y estudiantes de varias universidades han visitado el área para llevar a cabo estudios y prácticas de campo. Algunos centros educativos que han participado son, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, la Universidad Tecnológica de Tabasco, la Universidad Autónoma de Chapingo y la Universidad Nacional Autónoma de México, así como el Colegio de Postgraduados y el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). En junio del 2010 el ejido Villa Guadalupe recibió el premio estatal de ecología por parte del gobernador de Tabasco como reconocimiento a su esfuerzo conservacionista.

Propuestas para la conservación del bosque mesófilo

Dada la importancia ecológica y biológica del bosque mesófilo de montaña se hacen las siguientes propuestas para protegerlo, con base en la legislación ambiental:

a) Elaborar un plan de manejo integral para la conservación y uso sustentable del bosque mesófilo de montaña.
b) Regular el uso del suelo en Villa Guadalupe y ejidos vecinos, y evitar las actividades como caza, quema y tala del bosque mesófilo dando prioridad a su conservación y restauración.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Pérdida de bosque mesófilo de montaña por incendios forestales. Foto: Joel Zavala Cruz.

c) Establecer un programa de pago por servicios ambientales hidrológicos y bonos por captura de carbono que beneficie a los ejidatarios en proporción a la superficie de vegetación en cada ejido.
d) Impulsar programas de educación ambiental de la población de los ejidos para que se sumen, en forma conjunta, a los esfuerzos de conservación del bosque y la selva.
e) Promover cursos de capacitación de los ejidatarios para el manejo sustentable de los recursos naturales, como uso de plantas, elaboración de artesanías, utilización de madera para leña y guías ecoturísticas.
f) Fomentar la investigación biológica, social, ambiental y de género en los ejidos de la región, para coadyuvar al uso sustentable del bosque mesófilo e implementar acciones para mitigar las causas de la degradación.
g) Implementar programas de conservación de suelos en las zonas de pastizales y agricultura para frenar su degradación y mejorar los rendimientos de los cultivos, así como disminuir la presión sobre los recursos del bosque.
h) Impulsar programas de aprovechamiento forestal sustentable con especies de la región que incluyan el manejo de acahuales para la restauración y conservación de suelos de laderas deforestadas, cercanas al bosque mesófilo.

Conclusión

En Huimanguillo, el bosque mesófilo de montaña es un ecosistema único y relevante debido a su gran diversidad florística, faunística y a los servicios ambientales que proporciona. En las últimas décadas su área de distribución original se ha visto afectada por el cambio de uso del suelo asociado a actividades humanas, lo que lo ha puesto en peligro de desaparecer en un corto plazo, por lo que es necesario implementar acciones efectivas de conservación, restauración y manejo sustentable de sus recursos naturales a través de un plan de manejo integral que involucre a la población.

Referencias

Alejandro-Montiel, C., A. Galmiche-Tejeda, M. Domínguez-Domínguez y J.A. Rincón-Ramírez. 2010. Cambios en la cubierta forestal del área ecoturística de la reserva ecológica de Agua Selva, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12:605-617.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Almeida-Cerino, C.M., O. Castillo-Acosta, G. Salazar y J.I. Váldez-Hérnandez. 2006. Distribución vertical de las comunidades de orquídeas del bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia en el ejido Villa Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco, México. En: *IX Congreso Latinoamericano de Botánica. Contribuyendo al conocimiento global de la flora nativa latinoamericana*. República Dominicana.

Castillo, O., D. Olán, U. Narváez *et al*. 1995. El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. En: *XIII Congreso Mexicano de Botánica: Diversidad Vegetal de México*. UAEM/SOCBOT, México.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. CONABIO/Instituto de Biología-UNAM/Agrupación Sierra Madre S.C., México.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México. Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. CONABIO, México.

Romero-Rangel, S. 2006. Revisión taxonómica del complejo acutifoliae de *Quercus* (Fagaceae) con énfasis en su representación en México. *Acta Botanica Mexicana* 76:1-45.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* 14:3-21.

——. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botanica Mexicana* 35:25-44.

Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz y C. García-Estrada. 2005. Mamíferos. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 283-304.

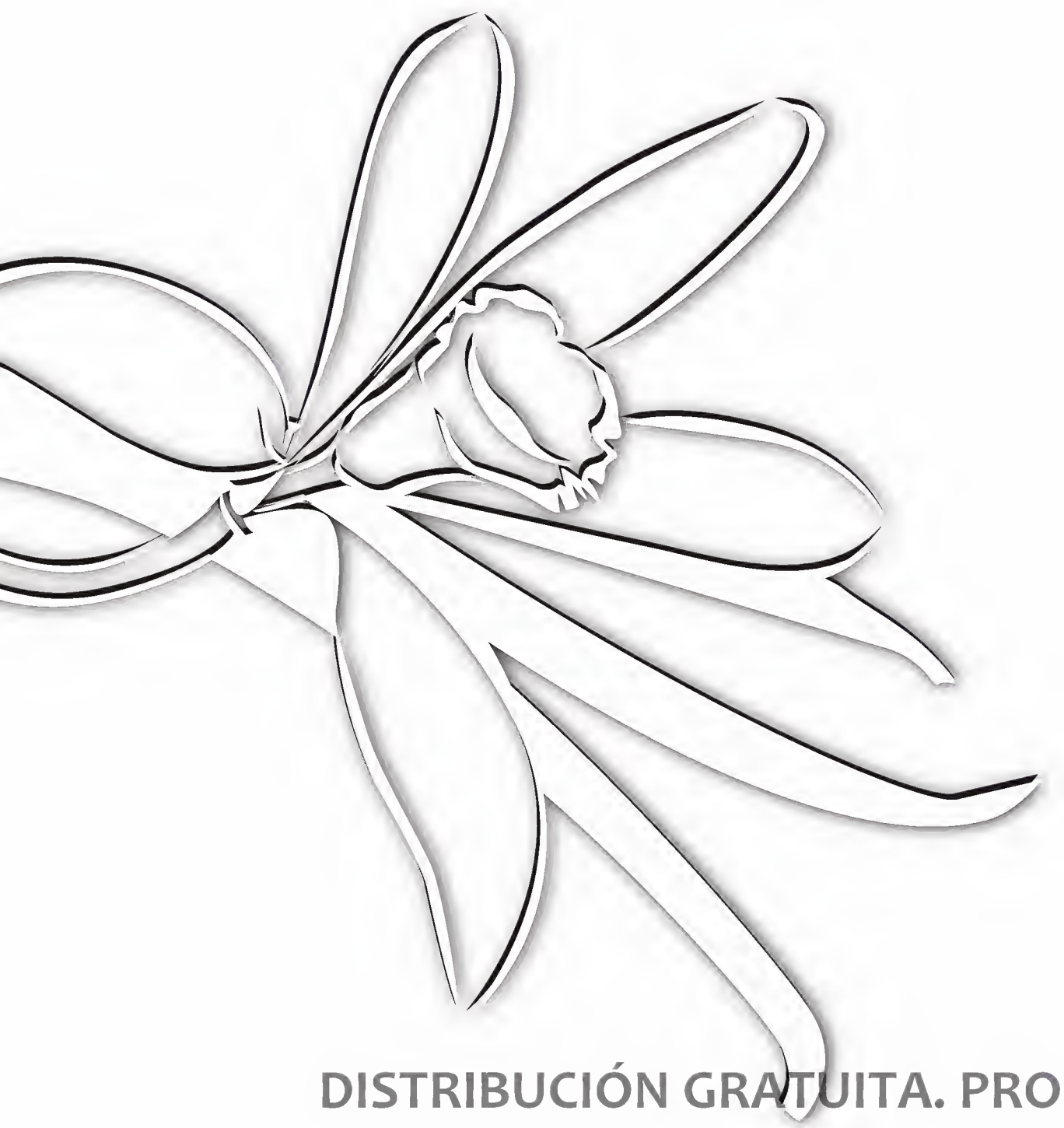
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Williams-Linera, G. 2007. *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. CONABIO/Instituto de Ecología, A. C., México.

Zavala-Cruz, J., O. Castillo A., M.A. Ortiz P. *et al*. 2011. *Geomorfología, suelo y uso del suelo y capacidad de uso rural y urbano en subcuencas y zona conurbada de Villahermosa, Tabasco*. Informe Anexo, Etapa 1. FOMIX, Colegio de Postgraduados, Cárdenas.

Zavala-Castillo, E. 2013. *Análisis comparativo de la estructura y composición de las comunidades de anfibios y reptiles en tres relictos de selva alta perennifolia en el sur del estado de Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los encinares

José Javier Rodríguez Sandoval, Luisa del Carmen Cámara Cabrales y Humberto Hernández Trejo

Introducción

Los encinos pertenecen al género *Quercus* de la familia Fagaceae, el cual se destaca por ocupar, en México, el primer lugar en diversidad mundial, con 161 especies (Valencia 2004, Oldfield y Eastwood 2007). Los encinos forman asociaciones vegetales principalmente con pinos, aunque pueden hacerlo con otras especies. A estas asociaciones se les denomina según la especie que domina, ya sea encinares (Miranda y Hernández 1963), bosques de *Quercus* (Rzedowski 2006) o pino-encino.

Los encinares se pueden encontrar en ambientes fríos, templados, húmedos, cálidos, secos y xerófitos (Zavala 1998) y en altitudes que van de 0 a 3 500 msnm (Zavala 1998, Flores y Márquez 2004). En las latitudes cálido-húmedas de México, como Tabasco, los encinares son dominados por la especie *Quercus oleoides* y se les conoce como encinar tropical o roble, el cual pertenece a la sección *Lepidobalanus* (Zavala 2000).

En el estado, al *Quercus oleoides* se le llama, comúnmente roble y, a las asociaciones, roblares. El roble es un árbol perennifolio (figura 1) que puede presentarse en asociaciones con la selva primaria o secundaria, con lo que ocupa el estrato arbustivo y arbóreo. Alcanza una altura de hasta 30 m, su reproducción es de tipo monoica (especies con ambos sexos en la planta) y florece de mayo a julio (Rzedowski 2006; figura 2).

Distribución

En México, los encinares se encuentran distribuidos en la mayoría de los estados (Zavala 1998, Valencia 2004) del norte y centro, en climas fríos y templados, por las cordilleras del Pacífico que llegan al bosque mésofilo de montaña. No obstante, en la vertiente del golfo de México se distribuyen elementos con afinidad neotropical, adaptados que migraron a climas más cálidos (Rzedowski 2006). Sin duda, la diversidad de climas, tipos de suelos y manejo antropogénico de los bosques ha permitido que algunas especies del género *Quercus* se establezcan en ambientes tropicales (Zavala 1998).

Diversos autores (López 1980, Zavala 1998, Pennington y Sarukhán 2005) explican que la presencia de los encinos en las zonas tropicales se debe, en gran medida, a factores climáticos y edáficos. El primero hace referencia a las glaciaciones del Pleistoceno, cuando los hielos del polo norte fueron retraídos, lo que permitió la reaparición de sabanas y desiertos.

Ante el cambio de bajas a altas temperaturas, especies como *Quercus oleoides* se establecieron en bajas latitudes con ambientes cálidos húmedos (López 1980) y en antiguos suelos aluviales formados por el arrastre de cenizas y grava cuarzosa intemperizada que originaron suelos con gran contenido de arena rica en aluminio y hierro (Pennington y Sarukhán 2005, Palma-López *et al.* 2007). En Tabasco se distribuye en los municipios Balancán y Huimanguillo (Puig 1972, López 1980, Salaya 1987, West *et al.* 1987), pero hay registros en Emiliano Zapata, Macuspana y Tenosique (Cámara *et al.* 2011).

Diversidad asociada a los encinares

Los encinares tienen estructura heterogénea (Pennington y Sarukhán 2005) debido al manejo y cambio del suelo. Según Rodríguez-Sandoval (2012), al asociarse con los acahuales, se identifican tres estratos definidos: el herbáceo, en el que dominan especies como: *Psidium sartorianum*, *Borreria verticillata*,

Rodríguez-Sandoval, J.J., L.C. Cámara Cabrales y H. Hernández-Trejo. 2019. Los encinares. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 29-33.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. a) Roble en la sabana de Balancán, b) hojas de roble, y c) corteza de roble. Fotos: José Javier Rodríguez Sandoval.

Figura 2. Bellotas de robles. Foto: José Javier Rodríguez Sandoval.

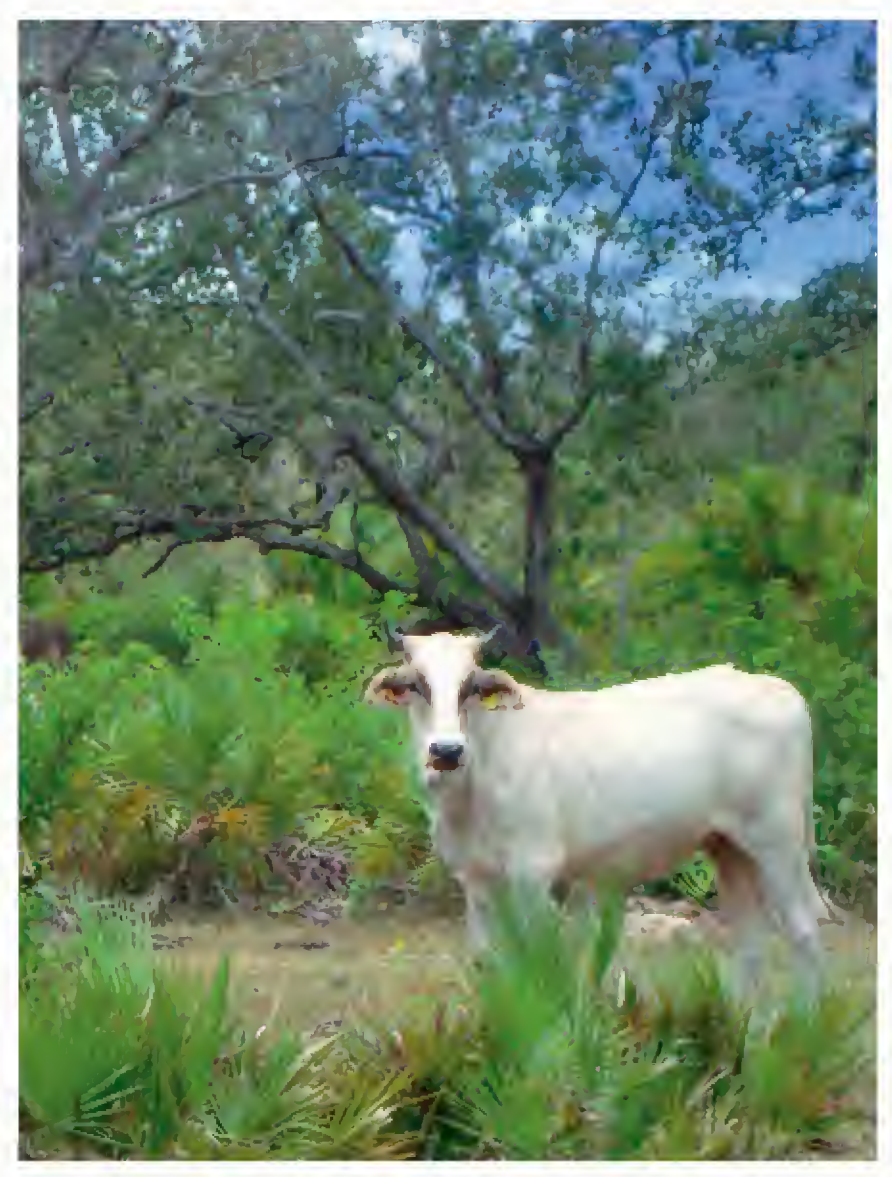


Figura 3. Rodales de robles con ganado. Foto: José Javier Rodríguez Sandoval.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Calliandra tergemina, *Helicteres guazumaefolia*, *Canna* sp. y *Lonchocarpus* sp.; el arbustivo, dominado por elementos selváticos como: *Acacia cornigera*, *Bahuinia ungulata*, *Zanthoxylum* sp., *Inga pinatorum*, *Coccoloba* sp., *Coccoloba barbadensis*, *Cochlospermum vitifolium*, *Ximenia americana*, *Xylosma flexuosa*, *Celastrus* sp., *Alibertia edulis*, *Casearia* spp., *Spondias mombin* (jobo), *Randia armata*, *Tabebuia guayacan* y *Chloroleucon magense*; y el arbóreo, con elementos como: *Andira galeottiana* (macayo), *Byrsonima crassifolia* (nance), *Casearia* spp., *Lonchocarpus* sp., *Curatella americana*, *Eugenia* spp., *Lonchocarpus rugosus*, *Luehea speciosa*, *Simaruba glauca*, *Zuelania guidonia*, así y *Quercus oleoides* que, en la mayoría de los casos, domina el dosel.

En lugares donde se ha eliminado la selva y se han dejado los rodales de robles para el uso ganadero (figura 3) se identifican dos estratos (herbáceo y arbóreo) expuestos a quemas anuales. El primero está dominado por plantas de la familia Cyperaceae del género *Fymbristilis*, así como por *Rynchospora cephalotes* y a la familia Poaceae, como *Paspalum* spp., *Leersia hexandra*, *Cynodon* sp. y *Brachiaria humidicola*, este último introducido por su fácil reproducción y palatabilidad para el ganado. Algunas plantas de la familia Fabaceae, como *Calliandra tergemina*, *Mimosa* sp. y otras abundantes como *Cordia curassavica* y *Zamia* sp. también son características de este estrato.

El estrato arbóreo está dominado por *Quercus oleoides* asociado a especies de sabana, como: *Crescentia cujete* (jícaro), *Byrsonima crassifolia* (nance), *Acoelorraphe wrightii* (tasiste), *Curatella americana* (tachicón), *Acosmiun panamesis*, *Andira galeottiana* (macayo) y *Vochisia guatemalensis* (volador), propiciada, según algunos autores (López 1980, Zavala 2000, Pennington y Sarukhán 2005).

Importancia ecológica, económica y cultural

Las especies del género *Quercus* no representan gran importancia económica debido a que no tienen un aprovechamiento forestal industrial (Rzedowski 2006); no obstante, en las zonas tropicales de México, la corteza y las agallas que se forman en el área foliar alojan huevos de insectos himenópteros (con alas membranosas, como abejas, abejorros y avispas) ricos en taninos y que se utilizan en la curtiduría, los frutos son utilizados como alimento para cerdos y algunas especies son consumidas por el ser humano (Rzedowski 2006). En Tabasco, la madera es utilizada como leña, postes para cercos y aserradero (Cámara *et al.* 2011, Rodríguez-Sandoval 2012; figura 4), y en Veracruz, Oaxaca, Hidalgo y Puebla, la corteza es utilizada con fines medicinales en heridas e infecciones vaginales.

En los trópicos, el fuego está íntimamente ligado con los encinos debido al manejo y uso de la tierra (López 1980). Si bien al quemar sus bellotas a nivel del suelo o de forma aérea no se favorece la reproducción sexual de alguna especie de *Quercus*, sí se propicia la reproducción vegetativa y, en algunos casos, el despliegue de un sistema de defensa y de resistencia al fuego, debido a que desarrolla una corteza gruesa que aísla a los tejidos vivos del calor (Peña-Ramírez y Bonfil 2003; figura 5). Estas adaptaciones de tolerancia dependen de la intensidad del fuego y de la especie, ya que no todas resisten de igual forma a dicho disturbio (Peña-Ramírez y Bonfil 2003). En *Quercus oleoides* se ha observado las constantes quemas y pastoreo, la reducción de la competencia de especies de selva y la gran cantidad de luz propician la reproducción por retoño (Laughlin 2002); en otras especies, este sistema de reproducción vegetativo es mayor que el de semillas (Zavala 2000, Peña-Ramírez y Bonfil 2003).

Principales amenazas

Estudios llevados a cabo en Costa Rica (Brooks *et al.* 1997) revelan que dentro de la fauna asociada a los encinares, selva y ecotonos de la sabana de Balancán, se encuentran aves como cotorros (*Amazona* sp.) y mamíferos como ardilla (*Sciurus variegatoides*), tapir (*Tapirus bairdii*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y pecarí de collar (*Pecari tajacu*) entre otros, descritos por Reyes (1981).

Estas aves y mamíferos actúan como agentes de dispersión de semillas en bajos porcentajes, ya que, según Boucher (1981), actúan más como depredadores de semillas al eliminar toda viabilidad en el caso de las que son pisoteadas o trituradas en el piso. Ante estas dificultades de reproducción y el deficiente mecanismo de dispersión, los encinos enfrentan un mayor problema que se agrava, a pasos agigantados, en los municipios donde se llevan a cabo cambios en el uso del suelo, por lo que es necesario poner énfasis en que, se introduzca esta especie con programas de reforestación y enriquecimiento en el proceso de sucesión secundaria (Lugo 1997, Parrota *et al.* 1997, Cámara *et al.* 2011).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. a) Obtención de leña del árbol de roble, b) postes de robles para cerco, y c) aserrado de árbol de roble para obtener madera. Fotos: José Javier Rodríguez Sandoval.

Figura 5. Corteza de árbol de roble con resistencia al fuego. Foto: José Javier Rodríguez Sandoval.

De forma paralela se deben promover plantaciones forestales que permitan a los dueños de los predios aprovechar los recursos forestales para garantizar su conservación.

Conclusión y recomendaciones

Los encinares *Quercus oleoides* de Tabasco constituyen un paleorelicto (López 1980), producto de la evolución que los hace únicos en su género por su capacidad de adaptarse a las perturbaciones antropogénicas a las que se enfrenta constantemente. Es intensa la presión de su uso, además, están los problemas de reproducción y dispersión.

La estructura de los encinares puede seguir siendo afectada si no se consideran los aspectos reproductivos *ex situ* e *in situ* que garanticen conservar, regenerar y repoblar el germoplasma.

Por otro lado, es imperante regular y vigilar los permisos de aprovechamiento forestal de la especie, los cambios y usos de suelo de los encinares en los que se les sustituye por pastizales ganaderos y, en los últimos años, por plantaciones comerciales de especies

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

introducidas, como melina (*Gmelia arborea*), eucalipto (*Eucaliptus grandis*) y teca (*Tectona grandis*).

Aún hace falta ampliar los estudios de este tipo de vegetación, puesto que no se conoce con precisión la distribución del *Quercus oleoides* en Tabasco, la biología de su reproducción, la asociación con micorrizas, su tasa de crecimiento y la posible presencia de otras especies dentro del bosque mésofilo de montaña de la sierra de Huimanguillo.

Referencias

Boucher, D.H. 1981. Seed predation by mammals and forest dominance by *Quercus oleoides*, a tropical Lowland Oak. *Oecología* 49:409-414.

Brooks, D.M., R.E. Bodmer y S. Matola. 1997. Tapirs-status survey and conservation action plan. IUCN/SSC tapir specialist group, Suiza y Reino Unido.

Cámara, L.C, T.H. Hernández, A.A. Galindo *et al*. 2011. Estudio regional forestal de la UMAFOR de los ríos. Informe técnico. DACBiol-UJAT/CONAFOR/Unión de Silvicultores, México.

Flores, R.C.I. y R.J. Márquez. 2004. Estudio poblacional de *Quercus oleoides* Schl. *et* cham. en un gradiente altitudinal del centro de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 6(1):9-14.

Laughlin, D.C. 2002. Flora of the pine savanna at monkey bay wildlife sanctuary, Belize. *Caribbean Journal of Science* 38(1-2):151-155.

López, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

Lugo, A. 1997. The apparent paradox of reestablishing species richnes on degraded land with tree monocultures. *Forestry Ecology and Management* 99:9-19.

Miranda, F. y X. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Cordero, J. y D.H. Boshier. 2003. *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. OFI/CATIE, Inglaterra.

Oldfield, S. y A. Eastwood. 2007. *List of globally threatened Oaks*. Fauna & Flora International, Cambridge.

Palma-López, D.J., J. Cisneros D., E. Moreno C. y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*. Colegio de Postgraduados/ISPROTAB/Fundación Produce Tabasco, México.

Parrotta, J., J. Turnbull y N. Jones. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology Management* 99:1-7.

Peña-Ramírez, V.M. y C. Bonfil. 2003. Efecto del fuego en la estructura poblacional y la regeneración de dos especies de encinos (*Quercus liebmanii* Oerst. y *Quercus magnolifolia* Née) en la región de la montaña (Guerrero), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 72:5-20.

Pennington, D.T. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies*. 3a edición. UNAM/FCE, México.

Puig, H. 1972. Estudio de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. En: *Memorias del I Congreso Latinoamericano y V Mexicano de Botánica*. Sociedad Botánica de México.

Reyes, C.P. 1981. *La fauna silvestre en el plan Balancán-Tenosique*. INIREB/Instituto de Ecología, A.C., México.

Rodríguez-Sandoval, J.J. 2012. *Estudio de sucesión ecológica de un fragmento de selva mediana subperennifolia de la comunidad la cuchilla y la sabana de Quercus oleoides en el municipio de Balancán Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias ambientales. UJAT, México.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ª edición digital. CONABIO, México.

Salaya, S.A. 1987. *Caracterización del encinar tropical (Quercus oleoides Cham. y Schlecht) en Huimanguillo, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UACH, México.

Valencia, A.S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:33-53.

West, R.C., N.P. Psuty y B.G. Thom. 1987. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. 3a edición. Gobierno del Estado Tabasco, México.

Zavala, C.F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica* 8:47-64.

——. 2000. El fuego y la presencia de encinos. *Ciencia Ergo* 7(3):269-276.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Estructura y composición florística de los encinares de Balancán

José Javier Rodríguez Sandoval, Luisa del Carmen Cámara Cabrales y Humberto Hernández Trejo

Introducción

En Balancán, los encinares de *Quercus oleoides* constituyen un ecosistema relictual (López 1980) de gran importancia evolutiva por sus asociaciones con la vegetación selvática y las sabanas. Este ecosistema ha sido modificado en su estructura y composición de especies debido a que se llevan a cabo diversas actividades las que están orientadas a convertir las selvas en praderas, usar el fuego para el mantenimiento de pastos para el ganado (Zavala 2000) y extraer madera. Sin embargo, es evidente que estos rodales se están recuperando mediante el proceso de sucesión, el cual se analizó por medio de sus características estructurales (Guariguata y Ostertag 2001). Los resultados indican que se requieren acciones de conservación para aprovechar los encinares puros maduros y los asociados a la selva.

Método

El estudio del Plan Balancán-Tenosique se llevó a cabo en la comunidad de Plan de Guadalupe y en la carretera a La Hulería, del municipio Balancán (figuras 1 a 5). Los cambios y usos del suelo en sitios con encinos se digitalizaron mediante la fotointerpretación (Fernández-García 2000). Para el muestreo en campo se establecieron parcelas circulares de 1 000 m^2 donde se censaron e identificaron todos los individuos $\geq$ 2.5 m de diámetro a la altura del pecho (DAP) y $\geq$ 1.30 m de altura (Avery y Burkhart 1983). Se evaluó la estructura vertical y horizontal de cada ambiente mediante estadística inferencial.

Figura 1. Encinar ubicado en Plan de Guadalupe. Foto: José Javier Rodríguez Sandoval.

Figura 2. Encinar ubicado sobre la carretera Balancán-El Triunfo. Foto: Javier Rodríguez Sandoval.

Rodríguez-Sandoval, J.J., L.C. Cámara Cabrales y H. Hernández-Trejo. 2019. Estructura y composición florística de los encinares de Balancán. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 34-39.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Encinar ubicado en La Hulería. Foto: José Javier Rodríguez Sandoval.

Figura 4. Encinares en Plan de Guadalupe. Foto: José Javier Rodríguez Sandoval.

Figura 5. Encinar ubicado en Plan de Guadalupe. Foto: José Javier Rodríguez Sandoval.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resultados

Se identificaron cinco estados sucesionales: encinar puro juvenil (EPJ), encinar puro mediano (EPMe), encinar puro maduro (EPMa), encinar con acahual bajo (EAB) y encinar con acahual mediano (EAM). Las familias mejor representadas por número de especies fueron Fabaceae (13), Rubiaceae (7) Myrtaceae (5), Bignoniaceae y Flacourtiaceae (4; cuadro 1).

En términos de la estructura vertical se encontraron diferencias significativas en las alturas de los árboles ($p < 0.001$), mismas que son el efecto del manejo que se otorga a los diferentes sitios (figura 6). El manejo causa el reinicio de la sucesión a diferentes tiempos, lo que permite la estratificación. En los EPJ, EAB, EAM y EPMe se observan dos estratos, el arbustivo y el arbóreo; los EPMa presentan el estrato arbóreo, < 25 m, ya que sólo se mantienen al actuar como árboles de sombra donde el pastoreo y chapeo de los pastos no permiten la regeneración.

La estructura horizontal de los rodales presenta la típica forma de "J" inversa para la variable DAP, principalmente en los EAB (2.5 a 9.8 cm), EAM (2.5 a 9.4 cm) y EPJ (2 a 5.7 cm), como lo describen Bongers *et al.* (1988). Esta distribución representa una alta regeneración con individuos de diámetros pequeños y pocos adultos, lo que indica que la comunidad se recupera en el espacio y en el tiempo (figuras 7-9). Por el contrario, los EPMe y EPMa presentan baja regeneración pero alto reclutamiento de individuos adultos que, en su mayoría, actúan como fuente semillera (figuras 10 y 11).

Cuadro 1. Listado florístico de la sabana de encinos de Balancán, por estado sucesional.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios				
			EAB	EAM	EPJ	EPMe	EPMa
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo				•	
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Bola perro		•			
Arecaceae	*Acoelorhaphe wrightii*	Tasiste	•	•	•		
Arecaceae	*Sabal mauritiiformis*	Guano chombo, cola de gallo				•	
Asteraceae	*Neurolaena lobata*		•				
Asteraceae	*Neurolaena* sp.		•				
Bignonaceae	*Crescentia cujete*	Guiro	•	•	•		
Bignonaceae	*Roseodendron donnell-Smithii*		•	•			
Bignonaceae	*Tabebuia guayacan*	Guayacan	•	•		•	
Bignonaceae	*Tabebuia rosea*	Macuilis		•			
Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba	•	•			
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	•	•			
Uticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Guarumo	•				
Celastraceae	*Maytenus schippi*					•	
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pochote	•	•		•	
Combretaceae	*Terminalia amazonia*	Canshan		•			
Dilleniaceae	*Curatella americana*	Tachicon	•		•	•	
Ebenaceae	*Diospyros nicaraguensis*			•			
Euphorbiaceae	*Croton arboreus*			•			
Fabaceae	*Acacia cornigera*	Cornezuelo		•	•	•	
Fabaceae	*Acosmiun panamense*		•	•			•
Fabaceae	*Andira galeottiana*	Maco colorado				•	
Fabaceae	*Bahuinia ungulata*	Pata de vaca	•	•			
Fabaceae	*Chloroleucon magense*	Tinto blanco					•
Fabaceae	*Lonchocarpus* sp.	Cocohite rajon	•	•	•	•	
Fabaceae	*Diphysa carthagenensis*		•				
Fabaceae	*Haematoxyllum campechianum*	Tinto	•	•	•		
Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Huapinol	•				•
Fabaceae	*Inga pinetorum*	Celele	•	•		•	
Fabaceae	*Lonchocarpus luteomaculatus*			•			

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Especie	Nombre común	Sitios				
			EAB	EAM	EPJ	EPMe	EPMa
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*		•	•	•	•	•
Fabaceae	*Vochysia guatemalensis*	Maco amarillo		•			
Fagaceae	*Quercus oleoides*	Roble	•	•	•	•	•
Flacourtiaceae	*Casearia silvetris*			•		•	
Flacourtiaceae	*Casearia axilaris*			•			
Flacourtiaceae	*Casearia* sp.			•		•	
Flacourtiaceae	*Xilosma* sp.			•		•	
Hypericaceae	*Visnia camparaguey*			•			
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nance	•	•	•	•	•
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guacimo	•	•	•		
Malvaceae	*Hampea nutricia*	Majahua	•				
Melastomataceae	*Miconea argentea*			•			
Myrcinaceae	*Ardicia* sp.			•			
Myrtaceae	*Eugenia aff. mozomboensis*		•				
Myrtaceae	*Eugenia* sp.					•	
Myrtaceae	*Eugenia* sp.*			•		•	
Myrtaceae	*Myrcia cerifera*			•			
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Guayabillo	•	•			
Olacaceae	*Ximenia americana*			•		•	
Polygonaceae	*Coccoloba* sp.*			•			
Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Uvero, Bolchiche	•	•			
Polygonaceae	*Coccoloba* sp.*			•			
Rubiaceae	*Alibertia edulis*	Casta rica	•			•	
Rubiaceae	*Exostema mexicanum*			•			
Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Popiste macho	•	•			
Rubiaceae	*Psichotria* sp.			•			
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Espolón de gallo	•				
Rubiaceae	*Randia armata*	Espolón de gallo	•	•		•	•
Rubiaceae	*Rondeletia* sp.		•				
Rutaceae	*Zanthoxylum* sp.	Zorrillo	•	•		•	
Rutaceae	*Zuelania guidonea*	Trementino	•	•			
Salicaceae	*Xylosma flexuosa*					•	
Simaorubaceae	*Simaruba glauca*	Zapatero	•	•		•	
Tiliaceae	*Heliocarpus donnell-smithii*	Jolocin	•				
Tiliaceae	*Luehea speciosa*	Guacimo de montaña		•		•	•
Tiliaceae	*Mortoniodendron guatemalense*	Pochitoquillo		•			
Verbenaceae	*Cytharexylum* sp.			•			
	Desconocido 1		•				
	Desconocido 2					•	
	Desconocido 3		•				
	Desconocido 4			•			
	Desconocida 5		•	•			
	Desconocido 6			•			

EAB = Encinar con acahual bajo, EAM = encinar con acahual mediano, EPJ = encinar puro juvenil, EPMe = encinar puro mediano, EPMa = encinar puro maduro. * Especies diferentes pero del mismo género. Fuente: elaboración propia con datos de estudio de campo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

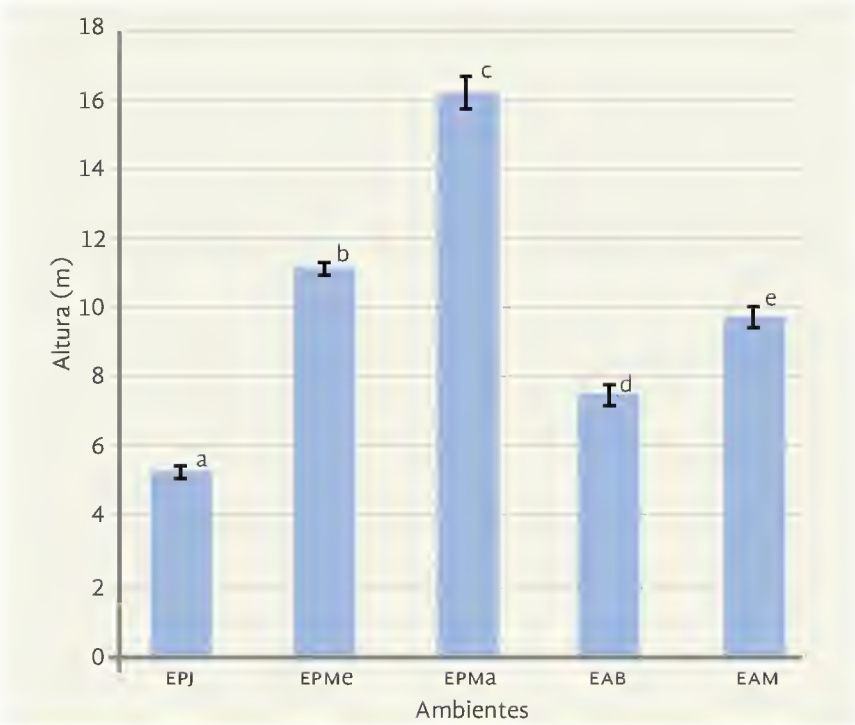


Figura 6. Diferencias en la estructura vertical de los distintos encinares evaluados (varianza *F* 91.212 y grados de libertad 4).

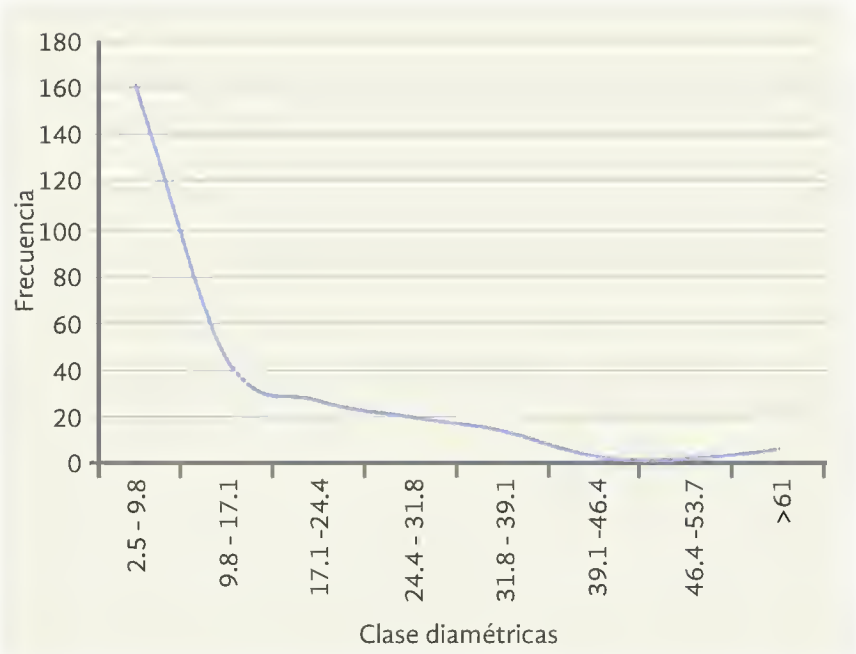


Figura 7. Histograma de distribución de clases diamétricas de los encinares con acahual bajo. Fuente: elaboración propia con información de estudio de campo.

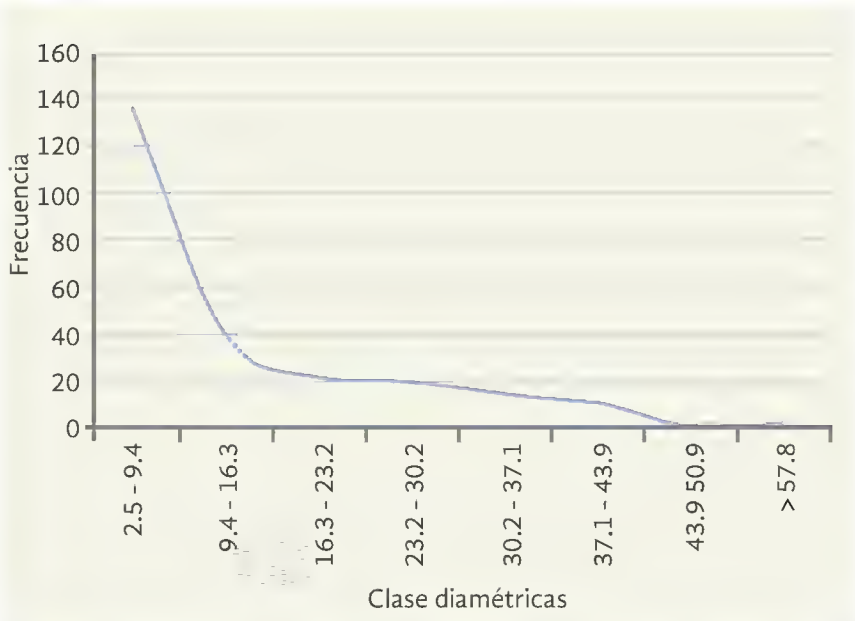


Figura 8. Histograma de distribución de clases diamétricas de los encinares con acahual medio. Fuente: elaboración propia con información de estudio de campo.

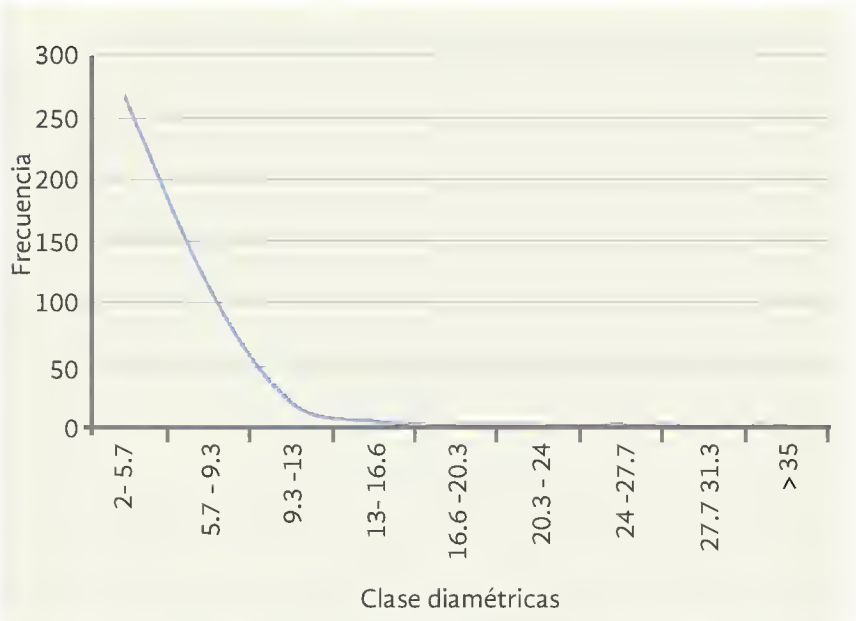


Figura 9. Histograma de distribución de clases diamétricas del encinar puro juvenil. Fuente: elaboración propia con información de estudio de campo.

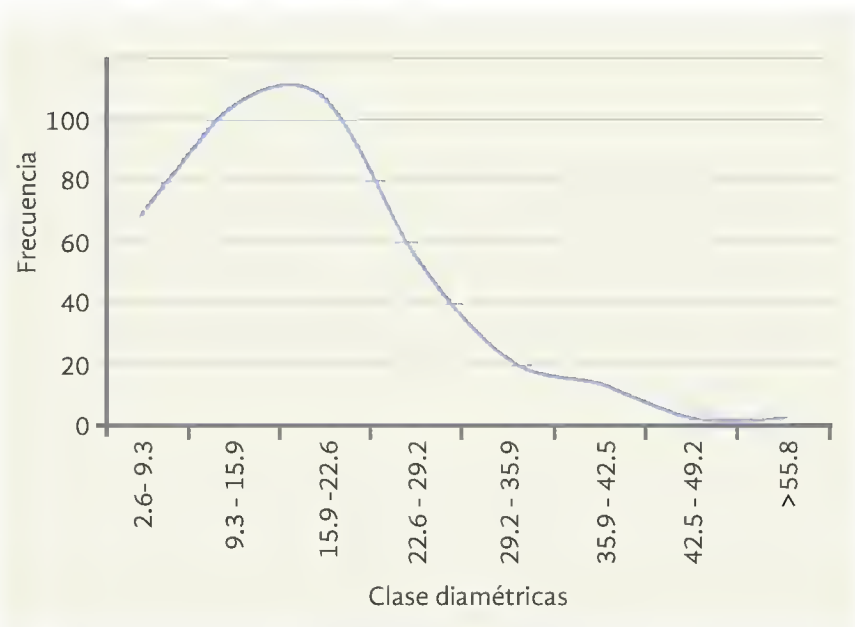


Figura 10. Histograma de distribución de clases diamétricas de los encinares puros medianos. Fuente: elaboración propia con información de estudio de campo.

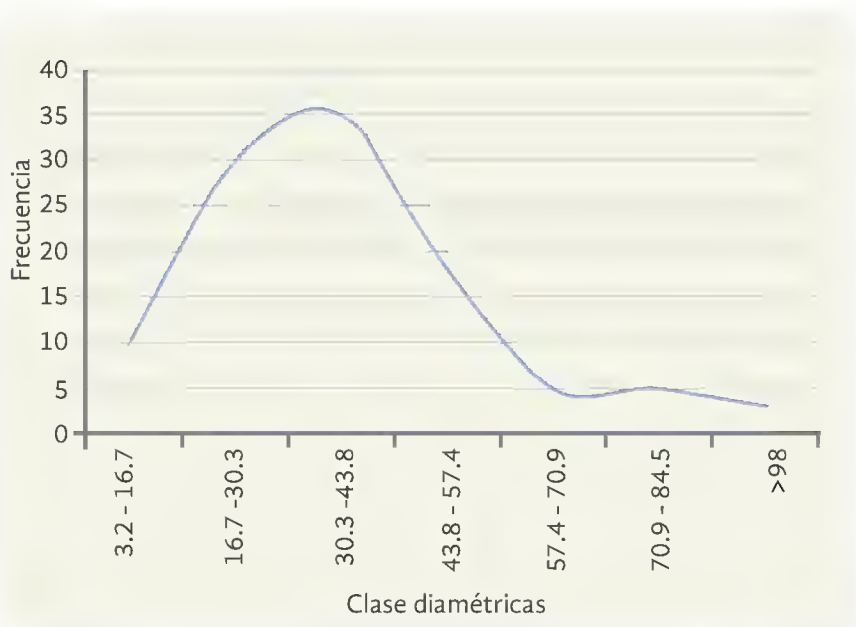


Figura 11. Histograma de distribución de clases diamétricas del encinar puro maduro. Fuente: elaboración propia con información de estudio de campo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los valores del Índice de Shannon (H'), que mide la diversidad en función de la abundancia de especies para todos los ambientes, sugieren que es baja (£ 2), mientras que los valores del Índice de Sorensen, que mide la similitud de especies entre varios sitios, mostraron más semejanza entre etapas sucesionales cercanas.

Los EAB y EAM presentan más similitud (53%) al compartir 24 especies; los EAM y EPMe presentan una semejanza de 44% debido a que comparten 17 especies; finalmente, los EAM y EPMa presentan una similitud de 20% y comparten el menor número de especies(ocho). Esto se explica porque en los EPMa el sotobosque y los individuos juveniles de diferentes árboles y arbustos son constantemente eliminados para el uso ganadero, con lo que se evita la regeneración en estos rodales.

El índice de valor de importancia (IVI) reveló que la especie ecológicamente más importante y representativa en cada estado sucesional es *Q. oleoides*, seguida de especies típicas de sabana, como nance (*Byrsonima crassifolia*), tachicon (*Curatella americana*) y tasiste (*Acoelorraphe wrightii*), excepto en los EAM, donde la segunda especie más importante fue pochote (*Cochlospermum vitifolium*) característica de vegetación secundaria e indicadora de la perturbación de los sitios en los que existieron asociaciones de la selva con los encinares. La mayor área basal (en m^2 del corte transversal de un árbol a la altura del pecho; es decir, a 1.30 m) la presentó el EPMa (14.5 m^2/ha) respecto a los EAM que presentaron la menor área basal (9.9 m^2/ha) con un gran número de individuos, pero con diámetros muy pequeños.

Conclusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, *Quercus oleoides* es la especie dominante en la asociación con vegetación secundaria y sabana, tanto en altura como en los diámetros; pero es necesario llevar a cabo planes de protección hacia los rodales en sucesión donde la diversidad es mayor (EAB y EAM) y, de manera particular, en los EPMa que son proveedores de semillas en los que la regeneración de especies es inhibida por el chaponeo y el uso ganadero.

Es por ello que se propone implementar acciones de manejo agroproductivo en la zona, donde pueda excluirse, temporalmente, el ganado para el uso de cultivos de ciclo de vida corto o implementarse planes de reforestación de *Q. oleoides* que pueden ser aprovechados en plantaciones con diámetros considerables para áreas de repastado para el ganado.

También es necesario implementar programas de manejo y aprovechamiento forestal de madera y diversos usos de los frutos para uso medicinal y artesanal que brinden beneficios a los pobladores de la zona.

Referencias

Avery, T.E. y H.E. Burkhart. 1983. *Forest measurements*. McGraw Hill, Nueva York.

Bongers, F., J. Popma, J. Meave del Castillo y J. Carabias. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. *Vegetatio* 74:55-80.

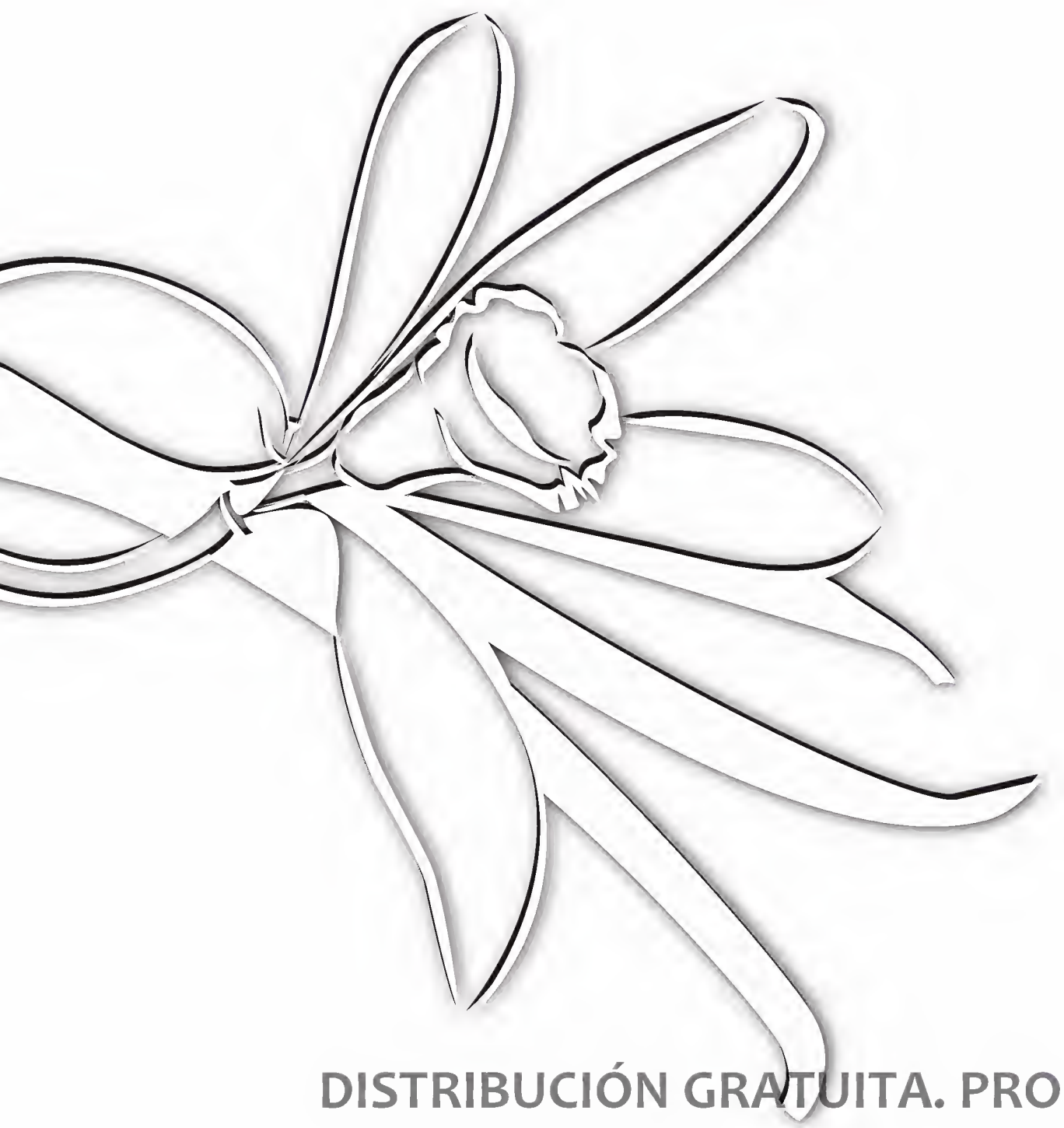
López, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

Fernández-García, F. 2000. *Introducción a la fotointerpretación*. 7ª edición. Ariel S.A., Barcelona.

Guariguata, M.R. y R. Ostertag. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in strutural and funtional characteristics. *Forest Ecology Management* 148:185-206.

Zavala, F. 2000. El fuego y la presencia de encinos. *Ciencia Ergo Sum* 7:269-276.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Selva alta perennifolia

Susana Ochoa Gaona, Noel Antonio González Valdivia e Isidro Pérez Hernández

Introducción

El término *selva alta perennifolia* proviene de la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963) y equivale al bosque tropical perennifolio (Rzedowski 1978). A escala mundial se le conoce como bosque tropical lluvioso o *tropical rain forest* (FAO 2010). Ocupa una posición destacada entre los diferentes ecosistemas terrestres en nuestro planeta debido a su diversidad de especies arbóreas y a su complejidad estructural y funcional (Pennington y Sarukhán 2005, FAO 2010, Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio 2010), lo que se traduce en una alta productividad (Phillips *et al*. 1994).

De las 250 mil especies de plantas vasculares conocidas en el mundo, 68% está presente en los trópicos, especialmente en la selva alta perennifolia (Estrada y Coates-Estrada 1995).

Estas selvas alcanzan 30 m o más de altura y están conformadas por tres estratos arbóreos: el inferior localizado entre los 5 y 12 m, el medio entre los 13, 19 o 24 m y el superior rebasa los 25 m. Por arriba de este último destacan árboles emergentes que sobresalen de la copa de los demás (Pennington y Sarukhán 2005); las copas de los árboles de este estrato tienden a ser redondeadas o ampliamente piramidales, mientras que las de los estratos inferiores tienen copas más piramidales o alargadas (Pennington y Sarukhán 2005). El estrato herbáceo está conformado por aráceas, marantáceas y helechos, y presentan lianas y varios tipos de orquídeas (SEDESPA 1997, Pérez *et al*. 2005).

Hasta mediados de los años cuarenta, Tabasco permanecía como una región incomunicada cubierta, en gran parte, por vegetación selvática (West *et al*. 1985); sin embargo, desde la década de los cuarenta la entidad experimentó un acelerado proceso de deforestación (Tudela 1989). Casi todas las selvas húmedas que dominaban la entidad han sido destruidas, de modo que la cobertura forestal se redujo de 49% en 1940 a 21.7% en 1950 (Sánchez-Munguía 2005), y a 8% en 1990, y en 2006 cubría de 5.47% a 6.21% de la superficie del estado (Barba-Macías *et al*. 2006, SEDESPA 2006).

De acuerdo con el plan de ordenamiento ecológico de Tabasco (SEDESPA 2006), los remanentes de selvas altas perennifolias se ubican en el sur del estado, en la región conocida como la sierra, en las partes más altas de la sierra de Tenosique, la sierra del Madrigal y al sur de Huimanguillo. Las áreas remanentes de selva húmeda son apenas pequeños relictos de lo que antes fue una cobertura casi ininterrumpida (Challenger 1998; figura 1).

Los remanentes de selva alta perennifolia están inmersos en un mosaico de vegetación secundaria de diferentes edades derivado de la actividad agrícola y de pastizales inducidos para la ganadería, los cuales han sido localizados en las partes planas u onduladas (Isaac-Márquez *et al*. 2005). Gran parte de estos remanentes de selva se encuentran en diferente grado de perturbación debido a la explotación de las especies que la constituyen, así como al uso de los terrenos que la sustentan para efectuar actividades agropecuarias (González-Valdivia *et al*. 2012).

Por otra parte, los estudios que se han abordado acerca la selva alta perennifolia de Tabasco, se resumen en el cuadro 1.

Ochoa-Gaona, S., N.A. González-Valdivia e I. Pérez-Hernández. 2019. Selva alta perennifolia. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 41-51.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

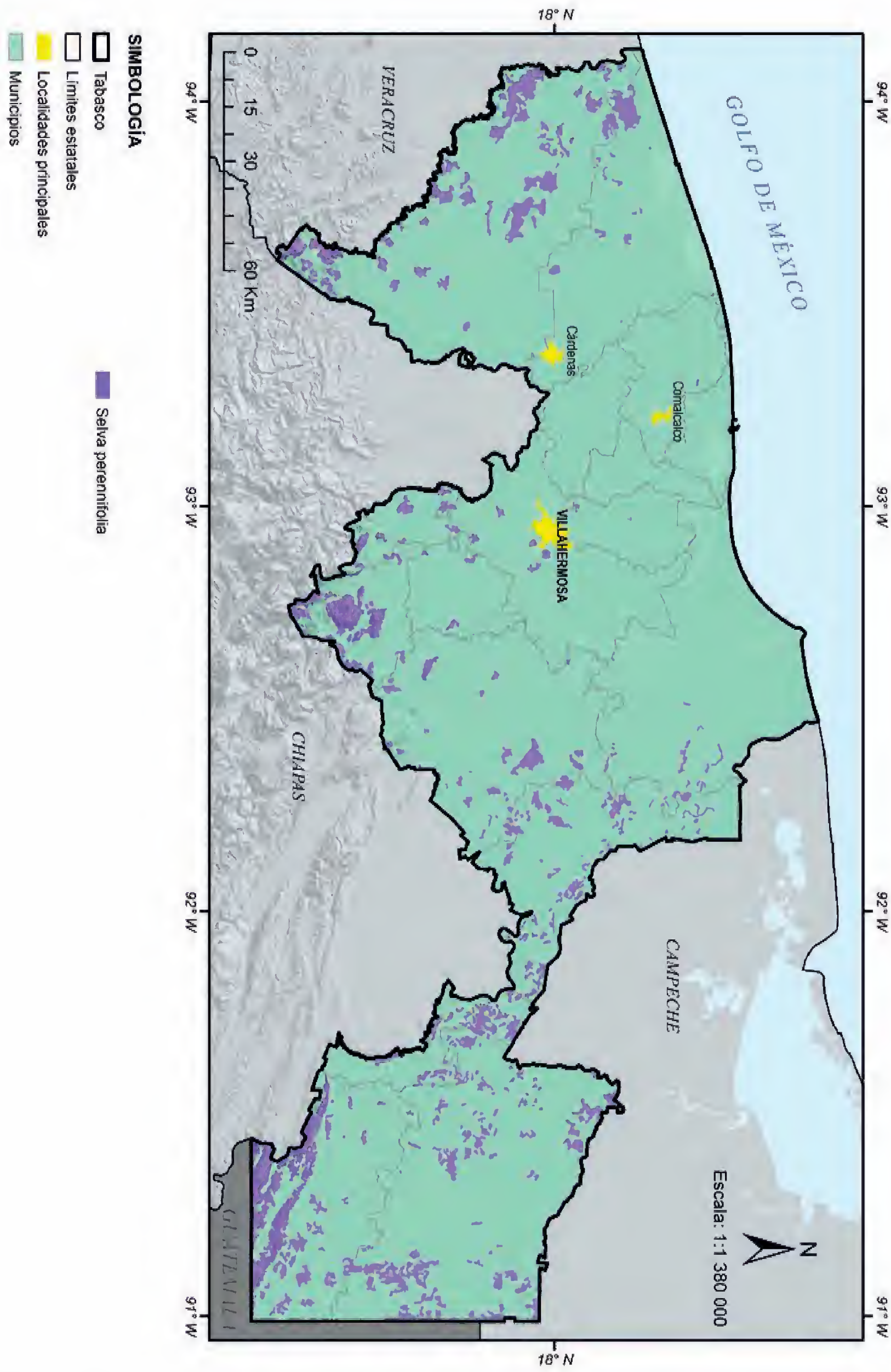


Figura 1. Distribución de las áreas con selva alta perennifolia en el estado en el 2003. Fuente: SEDESPA 2006.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Resumen de los trabajos realizados en la selva alta perennifolia del estado.

Fuente de información	Aportación
Pérez *et al.* (2005)	Narciso Rovirosa (1880-1901) trabajó en las selvas de la sierra tabasqueña, documentando y dibujando una gran cantidad de plantas hasta ese entonces desconocidas para la ciencia, así como observando y colectando la flora en general
López (1980)	Describe las diferentes asociaciones vegetales de Tabasco y del norte de Chiapas, entre las que distingue, en particular, la selva alta perennifolia de ramón (*Brosimum alicastrum*), selva alta perennifolia de canshán (*Terminalia amazonia*), guapaque (*Dialium guianense*); selva alta perennifolia de canshán y chakté (*Sweetia panamensis*), y la selva alta perennifolia de pio (*Licania platypus*)
Cowan (1983)	En su trabajo de la flora de Tabasco incluye a poco más de 70 familias de plantas vasculares que contienen especies arbóreas, las cuales incorporan a alrededor de 350 especies
López-Hernández (1994)	Describe la selva alta perennifolia en Tacotalpa y Teapa, e incluye un listado florístico con 734 especies que pertenecen a 112 familias botánicas en los municipios mencionados
Salazar-Conde *et al.* (2004)	Identifican relictos de selva alta perennifolia de ramón (*Brosimum alicastrum*) y guapaque (*Dialium guianense*) en la sierra del Madrigal y describen cómo se ha transformado a través del tiempo en los años 1973, 1984 y 2003
Pérez *et al.* (2005)	Mencionan la presencia de reductos de selva que conservan la composición de especies características de estas comunidades, que podrían funcionar como bancos de germoplasma para proyectos de reforestación
Sol-Sánchez *et al.* (2006)	Describen la flora del cañón de Boca de Cerro y sistematizan los usos de 545 especies

Descripción

Sierra de Tenosique

En la parte sur del municipio Tenosique –en sus límites con Guatemala– se desarrolla la selva alta perennifolia que ocupa las partes altas de las montañas y laderas de pendiente abrupta en altitudes que van de 300 a 660 msnm (figura 2). Esta zona ocupa alrededor de 47 000 ha que corresponden a 36% de la superficie montañosa de Tabasco, y es el área en la que se encuentran los mayores remanentes de selva alta perennifolia (SEDESPA 1997); tiene un clima cálido-húmedo en el que la temperatura media anual oscila entre 23 y 29 °C y la precipitación alcanza los 2 280 mm anuales con un máximo de 373 mm en septiembre y un periodo de menor precipitación en enero, con 67 mm (García 1981). Domina el tipo de suelo Litosol de poca profundidad y limitado por un estrato rocoso dentro de los primeros 10 cm; también hay Acrisoles y Rendzinas, estos últimos con alto contenido de materia orgánica y calcárea generalmente asociados a pendientes abruptas (SEDESPA 1997).

Esta zona montañosa está cubierta por remanentes de selva alta perennifolia (figura 3). Está entremezclada con vegetación secundaria de diferente edad derivada de la actividad agrícola y pastizales inducidos para la ganadería localizados en las partes planas u onduladas (Ochoa-Gaona *et al.* 2008). Las especies que dominan en el estrato superior son guacibán (*Balizia leucocalyx*), bayo (*Aspidosperma desmanthum*), ramón (*Brosimum alicastrum*), sopo (*Guatteria anomala*), chicle (*Manilkara zapota*), mala mujer (*Alchornea latifolia*), jobillo (*Astronium graveolens*), chaschón (*Cupania dentata*), cedrillo (*Guarea glabra*), chechen blanco (*Metopium brownei*), pasaque (*Simarouba glauca*), y pimienta (*Pimenta dioica*).

En el estrato medio se encuentran cedrillo (*Protium copal*), luin macho (*Ampelocera hottlei*), popiste (*Blepharidium mexicanum*), ramón (*Brosimum lactescens*), cedrillo (*Guarea macrophylla*), nabas (*Inga* aff. *laurina*), jaboncillo (*Sapindus saponaria*) y chacahuante (*Simira salvadorensis*).

El sotobosque o estrato arbóreo inferior está dominado por *Psychotria* spp., cerezo de montaña (*Faramea occidentalis*), botoncillo (*Rinorea guatemalensis*) y escoba (*Cryosophila stauracantha*); el estrato herbáceo, por helechos, aráceas y zingiberáceas (González-Valdivia *et al.* 2012).

Sierra del Madrigal

En la Sierra del Madrigal se identifican, en forma de islas sobre laderas, montes y mesetas cársticas, relictos de selva alta perennifolia del árbol ramón (*Brosimum alicastrum*) y guapaque (*Dialium guianense*). Se localizan en Leptosoles rendzicos y úticos, entre los 50 y 700 msnm, cuyas pendientes varían de 15 a >45° (figura4).Enelestratoalto,además delramónyguapaque, sobresalen árboles de chicozapote (*Manilkara zapota*), amate de montaña (*Ficus insipida*), tinco (*Vatairea lundellii*), molinillo (*Quararibea funebris*) y algunos de zopo (*Guatteria anomala*). En el estrato bajo abundan chapaya (*Astrocaryum mexicanum*) y palma chate (*Chamaedorea* sp.; Salazar-Conde *et al.* 2004); además se presentan botoncillo (*Rinorea guatemalensis*),

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

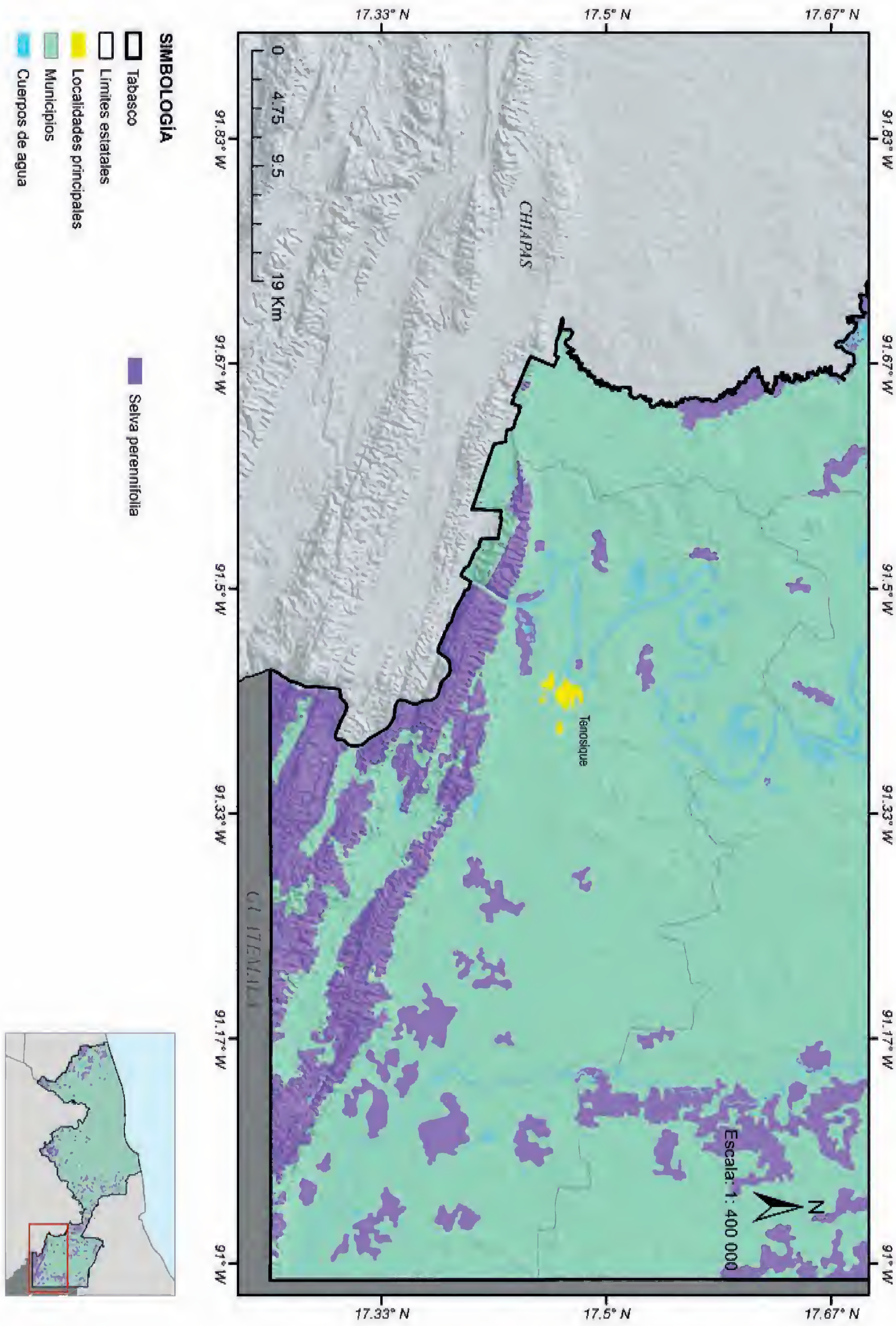


Figura 2. Sierra de Tenosique, que limita al este y sur con Guatemala y al oeste con Chiapas. Fuente: INEGI 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

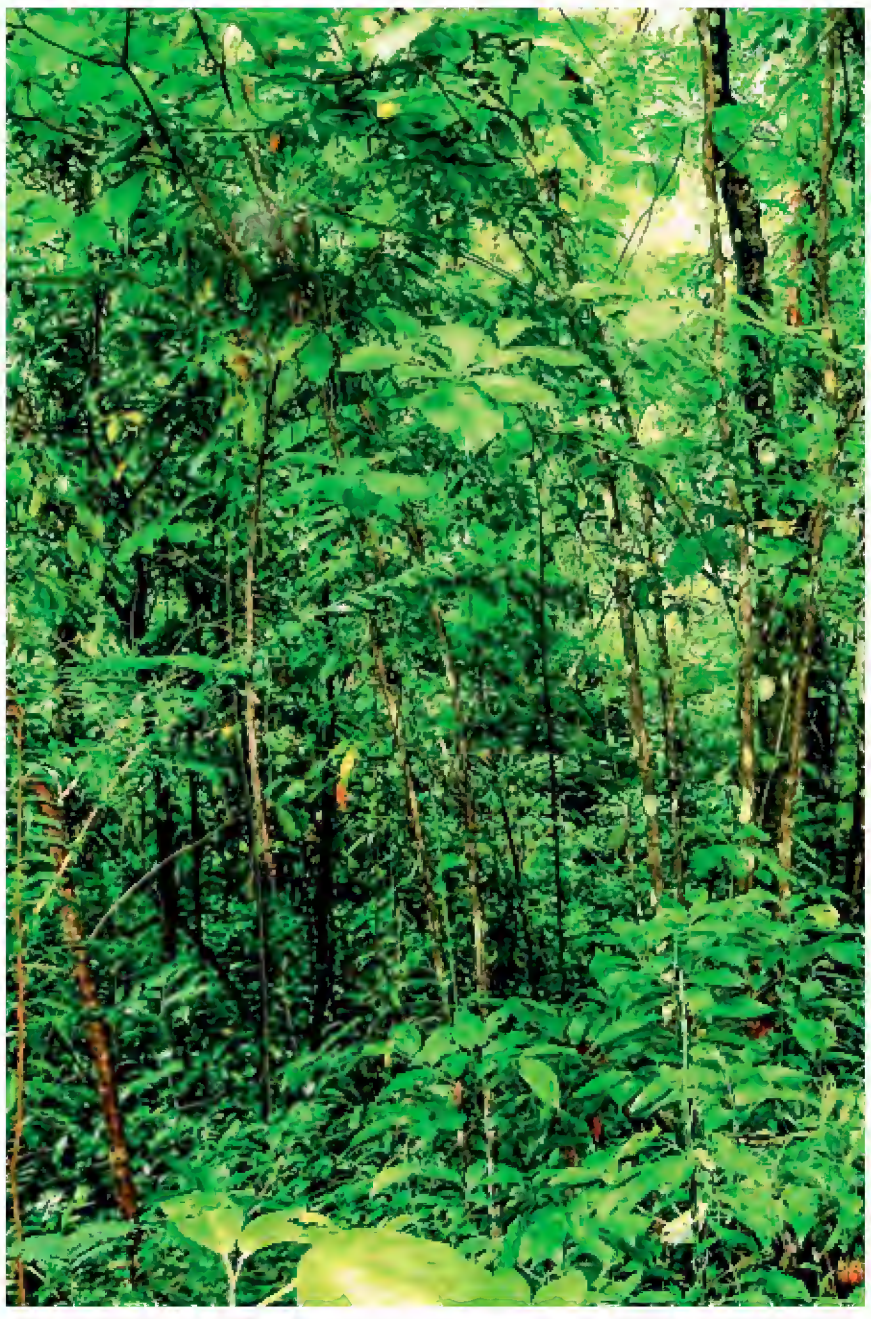


Figura 3. Interior de la selva alta perennifolia en la Sierra de Tenosique. Foto: Susana Ochoa-Gaona.

mamba (*Pseudolmedia oxyphyllaria*), tecomatillo (*Amphitecna apiculata*), café de monte (*Casearia nitida*) y pozol agrio (*Dendropanax arboreus*). El sotobosque es muy denso y entre las especies más notorias se encuentran diversas palmas: uatapil (*Geonoma interrupta*), pacaya (*Chamaedorea tepejilote*), cola de pescado (*Chamaedorea ernesti-angusti*), chapaya (*Astrocaryum mexicanum*) y jahuactillo (*Bactris mexicana*; López-Hernández 1994).

Sierra de Huimanguillo

Al sur del municipio Huimanguillo se encuentran remanentes de selva alta perennifolia (figura 5) con árboles de más de 30 m de altura y algunos de 15 a 30 m, como cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y tatuán (*Colubrina arborescens*). Sin embargo, gran parte de los recursos forestales han sido talados o extraídos, lo cual ha provocado la extensión de la frontera agropecuaria y la formación de selva secundaria (EMM 2011).

Con base en una revisión de herbarios (Ochoa-Gaona y De la Cruz Arias 2002) se tienen registradas las siguientes especies para las áreas de selva de Huimanguillo. En la parte del dosel, entre los 25 y 30 m de altura dominan las especies ceiba (*Ceiba pentandra*), guapaque (*Dialium guianense*), roble (*Quercus oleoides*), canshán (*Terminalia amazonia*) y maca blanca (*Vochysia guatemalensis*). En el estrato medio se registran tololote (*Andira inermis*), palo mulato (*Bursera simaruba*), bojón (*Cordia alliodora*), chaschón (*Cupania dentata*), cedrillo (*Guarea glabra*), anona (*Guatteria amplifolia*), pio (*Licania platypus*), chicozapote (*Manilkara zapota*), pimienta (*Pimenta dioica*) y limoncillo (*Trichilia havanensis*) entre las más comunes.

En el sotobosque se presentan achiote (*Bixa orellana*), papaya cimarrona (*Carica cauliflora*), chaparro (*Curatella americana*), pozol agrio (*Dendropanax arboreus*), aceituno colorado (*Hirtella racemosa*), chak mo'ol ch'iich' (*Oreopanax guatemalensis*) y coyoles de coche (*Stemmadenia decipiens*). En el estrato herbáceo abundan los helechos y las aráceas.

De la Cruz-May y colaboradores (2008) estudiaron la microcuenca Las Flores, de Villa de Guadalupe del municipio Huimanguillo, localizada en la región de La Chontalpa, entre las coordenadas 17° 21'' 05'' N y 93° 35' 40'' O. Los autores reportan 44 especies arbóreas, de entre las cuales se puede mencionar el amargoso (*Astronium graveolens*), que corresponde a una especie amenazada, según la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010). Con base en una estimación de la curva área-especie, concluyeron que se requiere de un área mínima de 7 310 m^2 para muestrear el máximo de especies en la selva alta perennifolia de la región.

Pérez *et al.* (2005) consideran que los diversos manchones de selva alta perennifolia localizados cerca de Agua Dulce son similares a los del noroeste de Huimanguillo (figura 6). Se distinguen manchones de selva con canshán (*Terminalia amazonia*), guapaque (*Dialium guianense*), frijolillo (*Cojoba arborea*), ramón (*Brosimum alicastrum*), fierrillo (*Licania hypoleuca*) y anona (*Guatteria amplifolia*), siendo notoria la presencia de zapotes (*Pouteria* sp.), *Pithecellobium* sp., maca blanca (*Vochysia guatemalensis*) y barí (*Calophyllum brasiliense*) entre las de mayor dominancia. Resulta interesante mencionar la gran abundancia de 32 especies de bejucos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

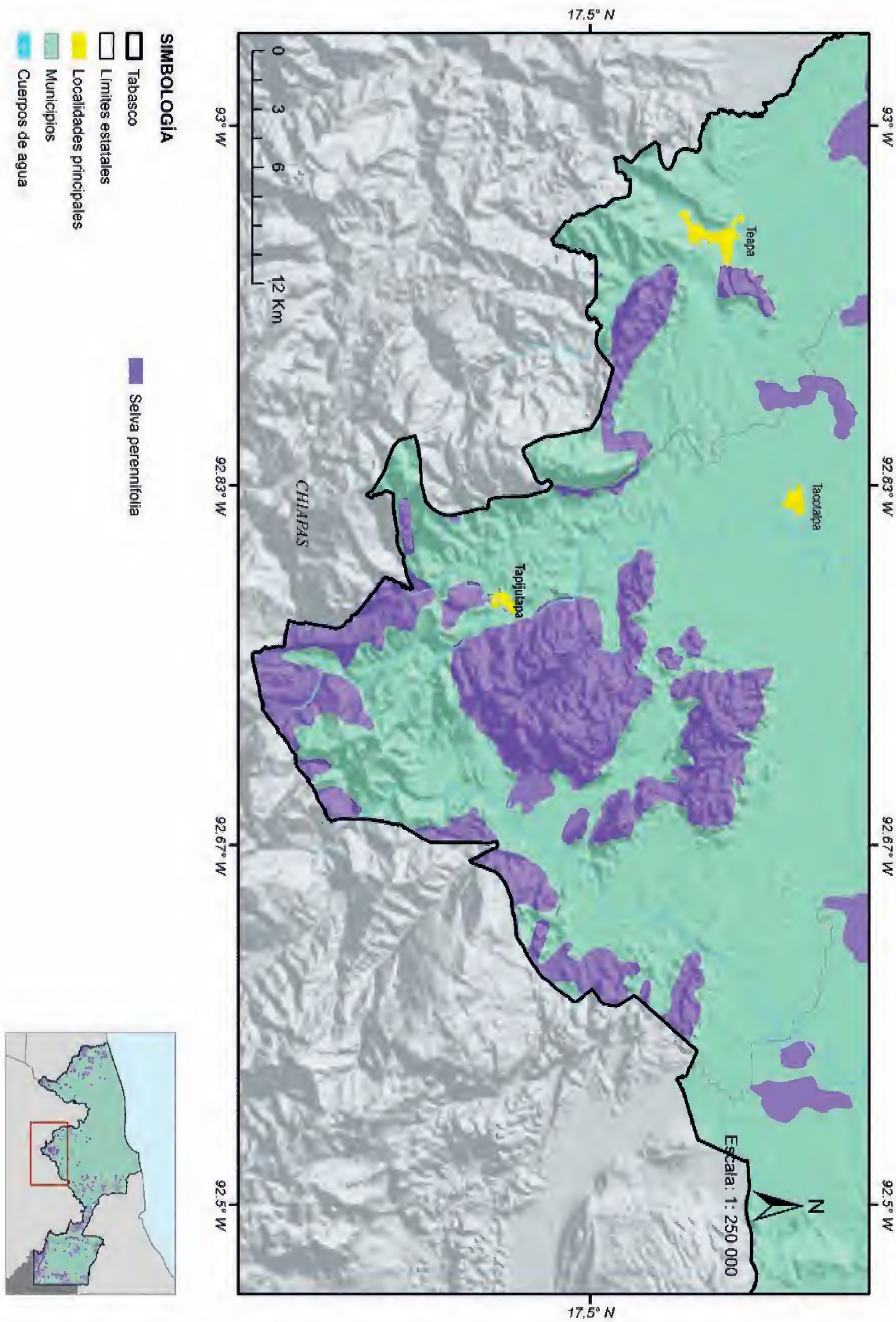


Figura 4. Sierras de Teapa-Tacotalpa-Tapijulapa-Oxolotán y sus remanentes de selva perennifolia. Fuente: INEGI 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

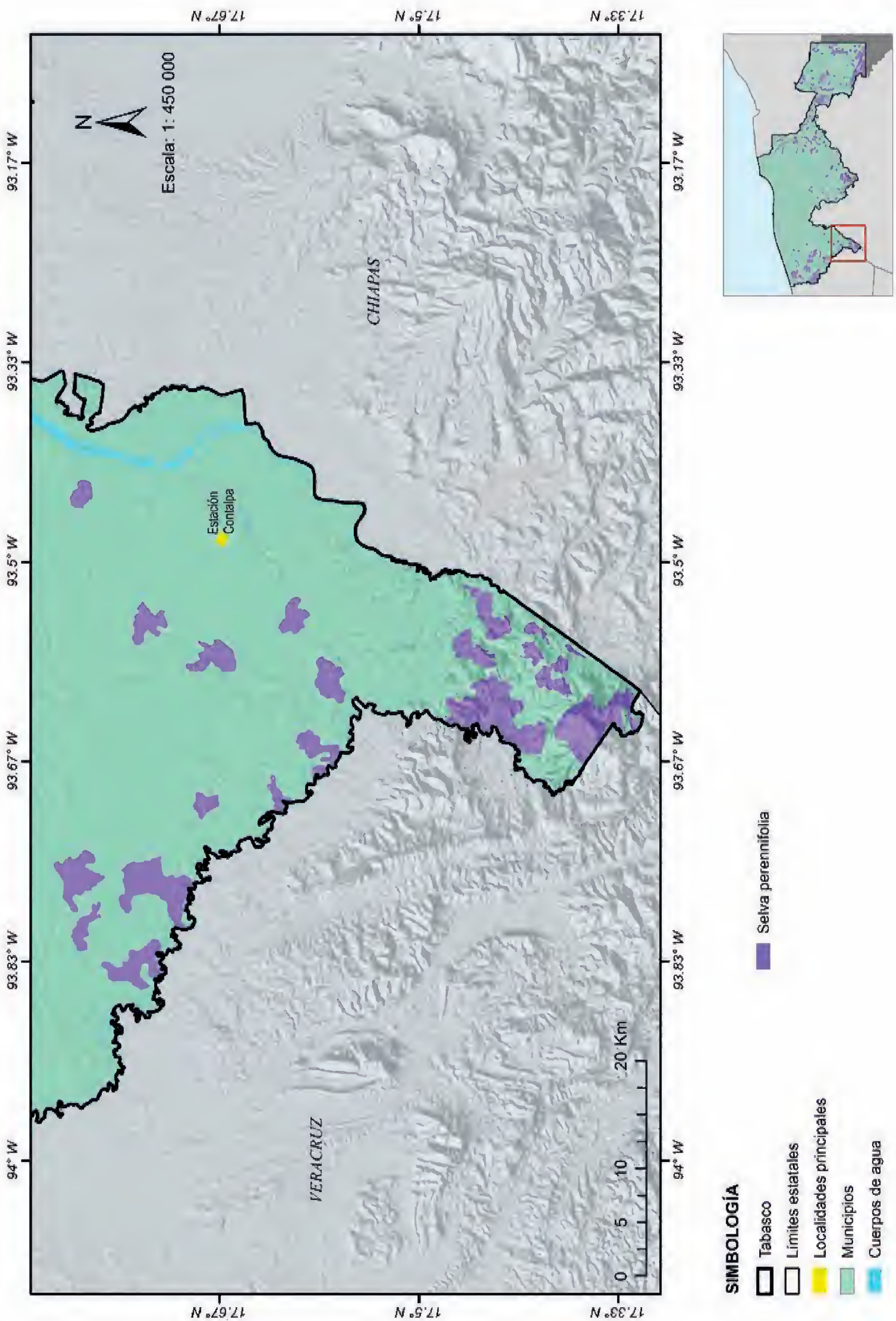


Figura 5. Sierra de Huimanguillo y remanentes de selva alta perennifolia. Fuente: INEGI 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

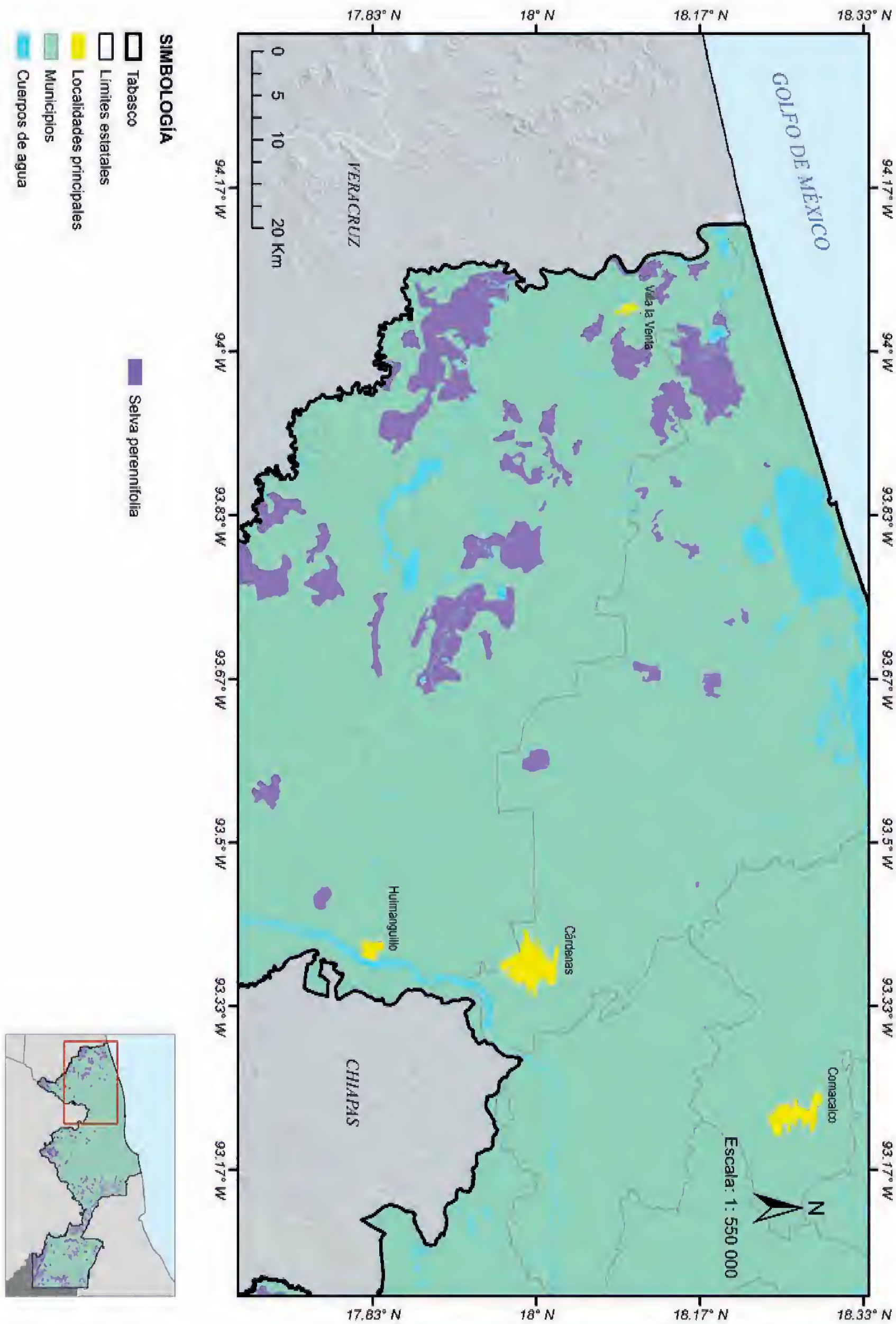


Figura 6. Remanentes de selva alta perennifolia al oeste del municipio Huimanguillo. Fuente: INEGI 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Importancia de la selva alta perennifolia

A pesar de que ocupa un área reducida, esta vegetación tiene importancia a escala estatal, por ello, a muchas de éstas se les ha declarado áreas protegidas o reservas ecológicas: Parque Estatal de la Sierra (Tacotalpa con 15 113.2 ha), Monumento Natural Grutas de Cocona (Teapa con 442 ha), Reserva Ecológica Yu-Balcah (Tacotalpa con 572 ha), Reserva Ecológica Villa Luz, Parque Estatal Cañón del Río Usumacinta (Tenosique con 45 954 ha) y Parque Ecoturístico Pantie Witz (SAOP 2008, SERNAPAM 2011).

Por una parte tienen importancia ecológica debido a que su cerrado dosel retiene la humedad, modera los cambios diarios de temperatura y detiene la fuerza de la lluvia y de los vientos (Estrada y Coates-Estrada 1995). Por ello, las comunidades aquí establecidas constituyen los últimos refugios de la fauna tropical del estado, en la que se tienen registradas 209 especies de aves, 132 de mamíferos, 29 de peces, 29 de reptiles y 20 de anfibios (Galindo *et al.* 2000); sin embargo, también ha sido objeto de tala intensiva a favor, principalmente, de la ganadería (EMM 2012).

Desde la perspectiva económica, en las selvas de Tabasco se registran 58 especies de madera, entre las que destacan caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela mexicana*), macuilis (*Tabebuia rosea*), chicozapote (*Manilkara zapota*), jobillo (*Astronium graveolens*), bojón (*Cordia alliodora*) y cedrillo (*Guarea grandifolia*; Ochoa-Gaona *et al.* 2012).

También se encontraron familias de plantas muy susceptibles de ser utilizadas como ornamento y que pueden ser consideradas como un reservorio genético para generar proyectos de propagación vegetativa o por semillas para comercio por parte de comunidades aledañas, como las palmas, los helechos, las begonias, las aráceas y los platanillos.

Sol-Sánchez *et al.* (2006) reportan, para Boca del Cerro, Tenosique, 545 especies útiles. De éstas, 206 corresponden a comunidades primarias; sus principales usos son los siguientes: construcción de casas (34), comestibles (24), maderables (23), medicinales (20), combustibles (19), ornamentales (15), y aromatizantes y saborizantes (14). Muchas especies son multiuso, y un recurso puede ser aprovechado en sus diversas partes, lo que sugiere un conocimiento importante por parte de la población, lo que refleja una importante relación con sus recursos y ambiente.

Cabrera-Pérez (2011) reporta 168 especies de flora leñosa con múltiples usos en la Sierra de Tenosique; de éstas, 71 son útiles para leña, 65 para instrumentos de trabajo de campo, 63 para la construir casas rurales, 53 para cerco muerto, 53 para comestibles, 50 para cerco vivo, 47 para forraje, 43 para medicina, 41 para muebles, 35 para especies ornamentales, entre los usos más importantes.

Principales amenazas

A nivel escala mundial, durante el último decenio, cerca de 13 millones de hectáreas por año de bosques tropicales han sido convertidos a tierras destinadas a otros usos o se han perdido debido a causas naturales (FAO 2010). En el ámbito local y regional, esta destrucción provoca la extinción diaria de gran cantidad de especies (Estrada y Coates-Estrada 1995). En México, a inicios de los años cincuenta, la selva alta perennifolia ocupaba 110 000 km^2, lo que equivale a 6% de la superficie del país; sin embargo, en los últimos cuarenta o cincuenta años ha estado sujeta a un intenso y extenso proceso de destrucción, como resultado de sistemas de manejo forestal y agropecuario que tienden a eliminar las selvas, problema que se acentúa por un rápido crecimiento de las poblaciones humanas. Esta tendencia ha resultado en la pérdida de 80 a 90% de la extensión original en nuestro país (Estrada y Coates-Estrada 1995).

Los remanentes de selva que aún persisten en Tabasco están amenazados debido a la expansión de la actividad ganadera, la agricultura y los asentamientos humanos (Pérez *et al.* 2005). La expansión ganadera ha sido la que más ha contribuido a la destrucción de las selvas, pues implica la sustitución intensiva y extensiva de la vegetación original por pastizales que, a su vez, es causa de la compactación y erosión de los suelos, lo que impide la regeneración natural de la selva (Estrada y Coates-Estrada 1995).

Estas selvas forman parte del patrimonio natural y cultural; por consiguiente, deben ser protegidas y aprovechadas racionalmente. En un país que se caracteriza por su gran diversidad cultural, ecológica y biológica, y en el que la historia y la cultura le han dado sentido a la naturaleza, cada fragmento de selva que se pierda para siempre constituirá un rasgo menor para la identificación de la nación (Estrada y Coates-Estrada 1995).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

A pesar de la reducida área que ocupan los remanentes de selva alta perennifolia, ésta contiene gran diversidad de especies leñosas, por lo que es importante conservarla. Estos remanentes constituyen uno de los últimos bancos de germoplasma para llevar a cabo prácticas de reforestación, restauración y manejo silvícola para Tabasco, por lo que es importante seguir profundizando en el conocimiento de su estructura y de su composición para su mejor manejo y conservación.

Entre las acciones de manejo se puede incluir el control de fuego utilizado en la roza-tumba y quema, la promoción de pago por servicios ambientales, la introducción de sistemas agroforestales en las áreas productivas, el impulso del turismo comunitario, entre otras.

En las áreas tropicales es común la probabilidad de expansión de fuego de la agricultura o los potreros, lo que afecta la dinámica de los remanentes de bosque, ya que los árboles tropicales no resisten este tipo de disturbio, incluso los fuegos de baja intensidad pueden ser letales para muchas especies arbóreas (Alvarado *et al*. 2004); asimismo, la severidad del fuego resulta, en diferencias dramáticas, en la supervivencia de las plantas y, por tanto, en la diversidad biológica (Kauffman *et al*. 1993). En cuanto a la promoción de la venta de servicios ecosistémicos, se puede traducir en menores tasas de deforestación, manejo y conservación de suelos, captación de agua y de carbono (Wunder *et al*. 2007).

En la introducción de sistemas agroforestales en las áreas productivas se combinan plantas leñosas perennes, como árboles, arbustos o palmas, con los cultivos agrícolas y animales. Mediante estos sistemas se contribuye a resolver la escasez de tierra, ya que se utiliza mejor el espacio, a la vez que se incrementa la producción en biomasa, mejora la fertilidad del suelo, disminuye la escorrentía y el efecto del viento. Asimismo, brindan a los productores gran cantidad de bienes y servicios que contribuyen en su bienestar; entre los más utilizados están el de acahual mejorado, árboles dispersos en cultivos o pastizales, cercos vivos y huertos familiares (Soto-Pinto *et al*. 2008).

En cuanto al ecoturismo, se puede decir que, además de proporcionar a los visitantes más conocimiento de la naturaleza y educación ambiental, genera ingresos para su conservación y beneficios económicos para las comunidades. Su implementación puede darle valor económico a los servicios del ecosistema, crear ganancias directas para conservar áreas protegidas y para los actores locales promover el uso sustentable de los recursos naturales y reducir las amenazas a la biodiversidad (Drumm *et al*. 2004).

Referencias

Alvarado, E., D.V. Sandberg, J.A. Jr. De Carvalho *et al*. 2004. Landscape fragmentation and fire vulnerability in primary forest adjacent to recent land clearings in the Amazon arc of deforestation. *Floresta* 34:169-174.

Barba-Macías, E., J. Rangel y R. Ramos. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia* 22:101-110.

Cabrera-Pérez, S. 2011. *Usos y vulnerabilidad de la flora leñosa multiuso de Niños Héroes, Tenosique, Tabasco*. Tesis de maestría en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural. ECOSUR, México.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. CONABIO/UNAM/Agrupación Sierra Madre S. C., México.

Cowan, C.P. 1983. *Listados florísticos de México I. Flora de Tabasco*. Instituto de Biología-UNAM, México.

De la Cruz-May, J., A. Arrieta Rivera, R. Calderón Cabrera *et al*. 2008. Estudio de la diversidad estructural del bosque tropical de Tabasco, México. En: *Memorias del Primer Encuentro de Investigación Científica de Tabasco*. Tenosique, México.

Drumm, A., A. Moore, A. Soles *et al*. 2004. *Desarrollo y manejo del ecoturismo*. Vol. II. TNC, Estados Unidos.

EMM. Enciclopedia de los Municipios de México. 2011. Estado de Tabasco, Huimanguillo. En: ‹*http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/tabasco/mpios/27008a.htm*›, última consulta: 10 de febrero del 2011.

——. 2012. Estado de Tabasco, Medio Fisico. En: ‹*http://www.e--local.gob.mx/work/templates/enciclo/tabasco/*›, última consulta: 8 dejunio de 2012.

Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 1995. *Las selvas tropicales húmedas de México. Recurso poderoso, pero vulnerable*. La Ciencia para Todos 132. FCE, México.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe principal*. Estudio FAO: Montes 163, Roma.

Galindo, A.A., S. del C. Ruíz A., C.E. Zenteno R. *et al*. 2000. *Sustento técnico del documento de propuesta de decreto del área natural protegida denominada "Sierra de Tenosique"*. UJAT/SEDESPA/Gobierno del Estado de Tabasco, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana*. 3ª edición. Instituto de Geografía-UNAM, México.

González-Valdivia, N.A., S. Ochoa-Gaona, B.G. Ferguson *et al*. 2012. Análisis comparativo de la estructura, diversidad y composición de comunidades arbóreas de un paisaje agropecuario en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:83-99.

Ibarra-Manríquez, G. y G. Cornejo-Tenorio. 2010. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana* 90:51-104.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2007. *Cartografía de uso de suelo y vegetación. Serie IV*. INEGI, Aguascalientes.

Isaac-Márquez, F., B. de Jong, A. Eastmond *et al*. 2005. Estrategias productivas campesinas: un análisis de los factores condicionantes del uso de suelo en el oriente de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 21:56-72.

Kauffman, J.B., R.L. Jr. Sanford, D.L. Cummings *et al*. 1993. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. *Ecology* 74:140-151.

López-Hernández, E.S. 1994. La vegetación y la flora de la sierra de Tabasco (municipios de Tacotalpa y Teapa). UJAT, México.

López, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/ Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Ochoa-Gaona, S. y V. De la Cruz Arias. 2002. Estudio de la distribución y fenología de la flora arbórea del estado de Tabasco con base en la información de herbario. *Universidad y Ciencia* 18(36):114-127.

Ochoa-Gaona, S., I. Pérez Hernández y B.H.J. de Jong. 2008. Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical* 56(2):657-673.

Ochoa-Gaona, S., L.F. Zamora-Cornelio, S. Cabrera-Pérez *et al*. 2012. Flora leñosa útil de la Sierra de Tenosique, Tabasco, México. ECOSUR, Villahermosa.

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México*. 3ª edición. UNAM/FCE, México.

Pérez, L.A., M. Sousa S., A.M. Hanan *et al*. 2005. Vegetación Terrestre. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago-Fragoso (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 65-110.

Phillips, O.L., P. Hall, A.H. Gentry *et al*. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America* 91:2805-2809.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.

Salazar-Conde, E.C., J. Zavala Cruz, O. Castillo Acosta y R. Cámara Artigas. 2004. Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). *Investigaciones Geográficas* 54:7-23.

Sánchez-Munguía, A. 2005. *Uso del suelo agropecuario y desforestación en Tabasco 1950-2000*. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

SAOP. Secretaría de Asentamientos y Obras Públicas. 2008. Plano de Áreas Naturales Protegidas del Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Tabasco 2007-2012. SAOP, México.

SEDESPA. Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental. 1997. Municipio de Tenosique. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

——. 2006. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SERNAPAM. Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2011. Áreas naturales protegidas de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco. En: ‹*http://sernapam.tabasco.gob.mx/anp02.php*›, última consulta: 12 de febrero del 2011.

Sol-Sánchez, A., N.C. Jiménez Pérez y M.A. Guadarrama Olivera. 2006. Flora y su aprovechamiento en el cañón de Boca de Cerro, Tenosique, Tabasco, México. *Kuxulkab´* 11:45-50.

Soto-Pinto, L., G. Jiménez Ferrer y T. Lerner Martínez. 2008. *Diseño de sistemas agroforestales para la producción y la conservación. Experiencias y tradición en Chiapas*. ECOSUR, Chiapas.

Tudela, F. (coord.). 1989. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco, México*. COLMEX, México.

West, R.C., N.P. Psuty y B.G. Thom. 1985. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Gobierno del Estado de Tabasco, México.

Wunder, S., S. Wertz-Kanounnikoff y R. Moreno-Sánchez. 2007. Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. *Gaceta Ecológica* 84-85:39-52.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Sierra El Madrigal, Teapa

Ana María Hanan Alipi, María de los Ángeles Guadarrama Olivera, Gonzalo Ortiz Gil, Marco Antonio Hernández Vázquez, Rosa María Salvador Hernández, Pedro Díaz Jiménez, Sebastiana Guadalupe Ramírez Hernández y Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Introducción

Uno de los pocos lugares de Tabasco donde aún crece la selva mediana perennifolia es la llamada Sierra El Madrigal que se ubica en las coordenadas 17° 25' 15'' y 17° 32' 30'' N y 92° 49' 00'' y 92° 56' 00'' O. Se trata de un cordón montañoso orientado de sureste a noroeste, como parte de la Sierra Norte de Chiapas, que se eleva desde los 100 hasta los 1 000 msnm (figura 1).

Las rocas calizas que la forman se originaron hace unos 100 millones de años (Cretácico medio) cuando esa zona se encontraba bajo el mar, y ahora que están fuera del agua son disueltas con facilidad por la lluvia; por eso la montaña tiene un relieve accidentado, con pendientes inclinadas, algunas paredes verticales, grietas, grutas y grandes piedras con filosos ángulos (rocas cársticas) por todos lados. Por la misma razón no existen arroyos sobre la sierra, toda el agua se infiltra y corre de manera subterránea.

Los suelos que se acumulan entre las rocas y en los pequeños valles encerrados por las montañas de esta sierra tienen poca profundidad, gran cantidad de materia orgánica y color café rojizo oscuro (Rendzinas derivadas de calizas y conglomerados); aunque son capaces de nutrir una vegetación exuberante, pierden rápidamente su fertilidad y se erosionan si la selva es desmontada.

El clima en este lugar es cálido [Af (i) gw''], más en mayo y menos en enero, y por supuesto muy húmedo (precipitación anual de 3 500 a 4 000; Larios y Sosa 1987); de junio a septiembre hay vientos cargados

Figura 1. Al fondo, ladera occidental de la Sierra El Madrigal vista desde la ciudad de Teapa. Foto: J. Cázares-Camero.

Hanan-Alipi, A.M., M.A. Guadarrama Olivera, G. Ortiz Gil, M.A. Hernández-Vázquez, R.M. Salvador-Hernández, P. Díaz-Jiménez, S.G. Ramírez-Hernández y N.C. Jiménez-Pérez. 2019. Sierra El Madrigal, Teapa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 52-56.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de humedad que vienen del noreste (alisios) que generan fuertes lluvias, a veces torrenciales, mientras que de octubre a febrero las lluvias son ligeras pero pueden durar varios días con sus noches, con nublados permanentes debido a los vientos fríos del norte (nortes). En la época de secas (de marzo a mayo) en que las lluvias son más escasas y de poca duración, la humedad se mantiene por las grandes cantidades de rocío de las noches. Otro periodo muy corto de sequía se presenta de mediados de julio a mediados de agosto, y es conocido como *canícula*.

Gran diversidad de especies de organismos habita la Sierra El Madrigal. En cuanto a plantas, ahí se han encontrado más de 700 especies distintas (en un décimo de hectárea habitan 118 especies diferentes, sin contar todas las hierbas; Hanan 1997, Pérez *et al.* 2005), la mayoría son de amplia distribución en las regiones cálido húmedas de México y en Centroamérica (Wendt 1993), pero hay algunas que habitan en muy pocos lugares, además de la Sierra El Madrigal (Wendt 1987a); por ejemplo, *Chiangiodendron mexicanum* (Achariaceae) en Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, *Inga sinacae* (Leguminosae) en Los Tuxtlas, Veracruz, *Pitcairnia tabuliformis* (Bromeliaceae) en Chiapas y *Bauhinia melastomatoidea* (Leguminosae) en Oaxaca; incluso hay seis especies que sólo se conocen de esta sierra: *Acidocroton madrigalensis* (Euphorbiaceae; Hanan-Alipi y Steinmann 2013), *Biophytum* sp. nov. (Oxalidaceae; Wendt 1987b), *Pilea pteridophylla* (Urticaceae; Monro 1999), *Pitcairnia undulata* (Bromeliaceae; Zamudio 1988), *Zamia cremnophila* (Zamiaceae; Schutzman *et al.* 1988) y *Zapoteca quichoi* (Leguminosae; Hernández y Hanan-Alipi 1998).

Más de la mitad de las especies de plantas de la Sierra El Madrigal pertenecen a unas pocas familias botánicas (Hanan 1997): Orchidaceae (58 especies), Leguminosae (53), Rubiaceae (33), Piperaceae (27), Araceae (24), Euphorbiaceae (22), Bromeliaceae (19), Compositae (18), Melastomataceae (18), Moraceae (16), Palmae (16), Solanaceae (15), Adiantaceae (15), Aspleniaceae (14) y Acanthaceae (13), aunque en total se encuentran representantes de 107 familias (figuras 2 y 3).

Estas plantas forman parte de una comunidad vegetal densa (4 070 individuos por hectárea, sin contar hierbas ni arbolitos de menos de 7.5 cm de perímetro en su tronco) y diversa (118 especies por hectárea) que corresponde a la selva mediana perennifolia (Hanan 1997). Está dominada por árboles, algunos corpulentos como osh (*Brosimum alicastrum*), huapaque (*Dialium guianense*), zapote (*Pouteria sapota*), papaya de monte (*Bernoullia flammea*), chicozapote (*Manilkara chicle*) y otros pequeños y abundantes como botoncillo (*Rinorea hummelii*), *Decazyx esparzae* y *Urera elata* que, por su altura, forman tres estratos (los más altos de 35 a 40 m), así como por cantidad de palmas de diferentes especies que dominan bajo las copas de los árboles (la más abundante es el chichón –*Astrocaryum mexicanum*–, y varias especies de *Chamaedorea*), junto con grandes hierbas como *Asplundia chiapensis, Carludovica palmata* (jipijapa), *Costus pictus* y *Begonia heracleifolia*; además de numerosas plantas trepadoras, tanto herbáceas como leñosas, que alcanzan la parte más alta de la vegetación (*Pithecoctenium crucigerum, Plukenetia volubilis, Bunchosia guatemalensis* y *Monstera acuminata*), mientras que otras hierbas, principalmente de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Araceae, Piperaceae, Cactaceae, así como helechos, habitan directamente sobre las ramas de los árboles (plantas epífitas), incluso hay arbustos epífitos (*Yucca* aff. *lacandonica*) y árboles epífitos (*Ficus obtusifolia*, *Coussapoa purpusii*, *Juanulloa mexicana*, *Souroubea exauriculata*), hasta las rocas, tan abundantes en la Sierra El Madrigal, son el sustrato al que se fijan directamente hasta 29 especies de plantas conocidas como rupícolas (*Begonia violifolia* y *Pilea pteridophylla*).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. a) *Recchia simplicifolia* (Surianaceae) se distribuye solamente en Chiapas, Veracruz y Tabasco, y b) *Aphelandra aurantiaca* (Acanthaceae) es una atractiva especie de la sierra, con potencial ornamental. Fotos: J. Cázares Camero.

Debido a su exuberante vegetación esta sierra ha sido un área atractiva de colecta botánica para los naturalistas desde Ghiesbreght, Johnson y Rovirosa, hasta los de la actualidad. Sin embargo, su diversidad no se conoce completamente y siguen apareciendo novedades taxonómicas, como *Monstera egregia*, que representa un nuevo registro para Tabasco (Díaz Jiménez *et al.* 2015).

Por su extensión territorial, su estado de conservación, riqueza florística e importancia fitogeográfica, la Sierra El Madrigal representa uno de los macizos de vegetación más importante en la entidad, por lo que en 1988 formó parte del área natural protegida Parque Estatal de la Sierra (Congreso del Estado 1988).

A pesar de ello, la región ha estado sujeta a una fuerte presión de perturbaciones naturales y humanas que han impactado, de manera negativa, a las poblaciones vegetales y animales. Ejemplo de lo anterior son los incendios forestales ocurridos en 1988 que quemaron grandes extensiones de selva, el crecimiento de las poblaciones humanas asentadas en los alrededores que incrementan la superficie agrícola y su consecuente transformación en pastizales para ganadería (figura 4), la recolección y extracción de productos de la selva, como inflorescencias de palmas, leña, plantas ornamentales y madera, así como el desarrollo de infraestructura requerida para la actividad turística asociada a los ríos, la selva y las grutas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. a) Guanito taliz, *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* (Arecaceae), especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010), sus hojas fueron muy usadas para techar viviendas, b) Primulaceae (*Deherainia smaragdina*), con singulares flores verdes ("smaragdina" significa esmeralda), y c) *Helosis cayannensis* (Balanophoraceae), planta parásita con apariencia de hongo, de distribución restringida. Fotos: J. Cázares Camero (a y c) y N.C. Jiménez Pérez (b).

Lo anterior se expresa en una reducción de la superficie ocupada por la selva, pérdida de la biodiversidad, erosión, modificación del ciclo hidrológico, alteraciones microclimáticas y diversos impactos en los ecosistemas adyacentes en los que se concentra el agua y los sedimentos.

Debido a todos los servicios ambientales que proporciona la selva, así como a su riqueza florística (de las más importantes en el estado), es necesario buscar los esquemas que permitan una real y estricta conservación, en la que se involucren las comunidades, las universidades e institutos para encontrar alternativas ambientales y productivas y, de manera preponderante, las instituciones oficiales y normativas que no sólo legislen, sino que alienten un trabajo real en las comunidades y que revisen las políticas productivas, ya que, en algunos casos, han incentivado el deterioro de las selvas, como los programas de aprovechamiento de madera muerta.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

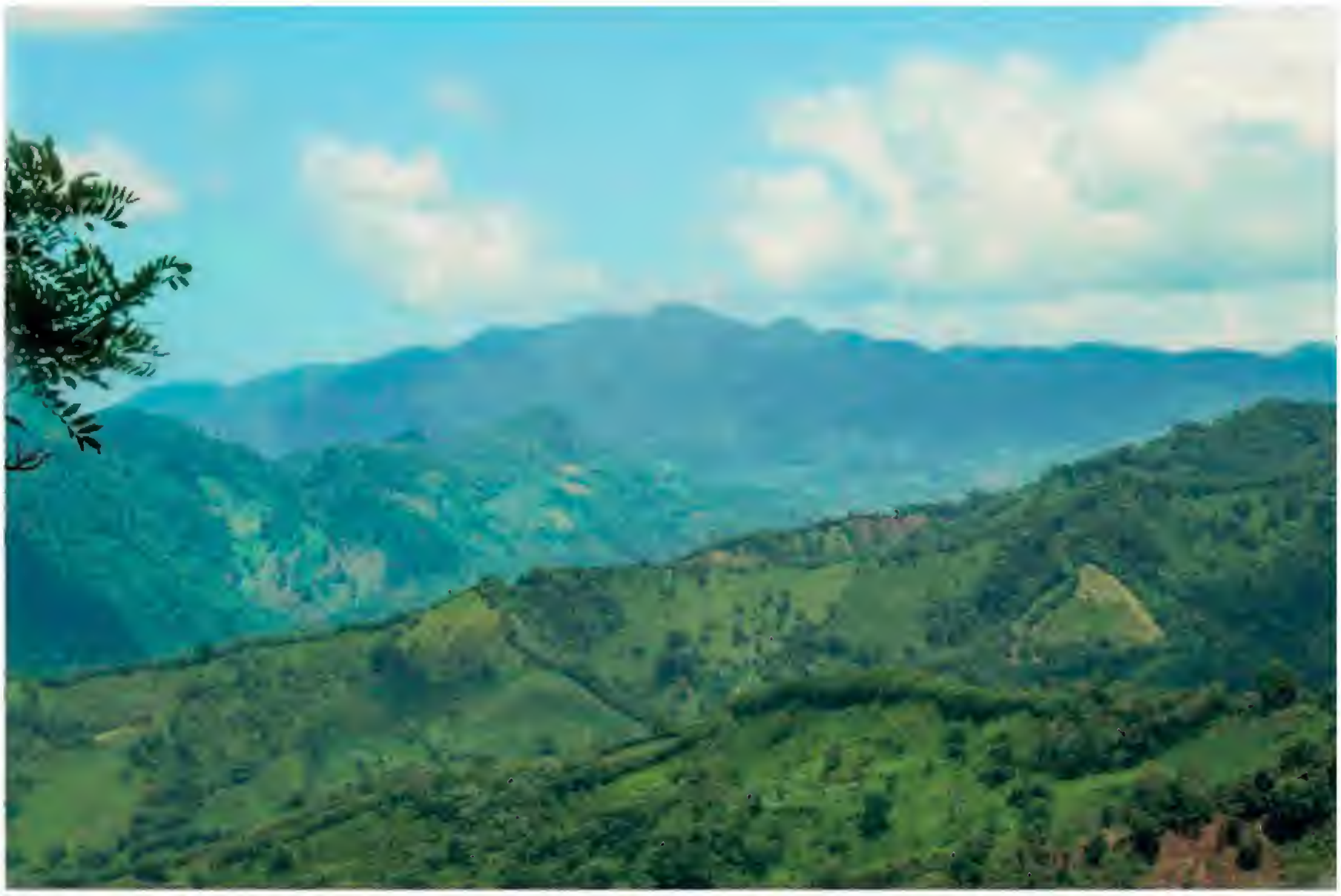


Figura 4. Vista de la Sierra El Madrigal, desde Tacotalpa, Tabasco. Foto: J. Cázares Camero.

Referencias

Díaz-Jiménez, P., M.A. Guadarrama-Olivera y T.B. Croat. 2015. Diversidad Florística de Araceae en el Estado de Tabasco, México. *Botanical Sciences* 93(1):131-142.

Hanan A., A.M. 1997. *Análisis florístico de la Sierra El Madrigal, Teapa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Hanan-Alipi, A.M. y V.W. Steinmann. 2013. Una especie nueva de *Acidocroton* sección *Ophellantha* (Euphorbiaceae) de Tabasco, México. *Acta Botanica Mexicana* 104:93-100.

Hernández, H.M., y A.M. Hanan-Alipi. 1998. *Zapoteca quichoi* (Leguminosae, Mimosoideae), a new species from southeastern Mexico. *Brittonia* 50(2):211-213.

Larios, J. y L. Sosa. 1987. *Fisiografía y agrohábitats de los municipios de Teapa y Tacotalpa, Tabasco*. Centro Regional Universitario del Sureste-UACH, México (inédito).

Monro, A.K. 1999. Seven new species of *Pilea Lindley* (Urticaceae) from Mesoamerica. *Novon* 9:390-400.

Pérez, L.A., M. Sousa S., A.M. Hanan *et al.* 2005. Vegetación terrestre. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 65-110.

Congreso del Estado. 1988. Decreto No. 0660. Publicado el 28 de febrero de 1988 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

Schutzman, B., A.P. Vovides y B. Dehgan. 1988. Two new species of *Zamia* (Zamiaceae, Cycadales) from southern Mexico. *Botanical Gazette* 149(3):347-360.

Wendt, T. 1987a. Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: evidencia de refugios florísticos cenozoicos. *Anales del Instituto de Biología-UNAM, Serie Botánica* 58:29-54.

——. 1987b. Plantae Uxpanapae III. A new species of *Biophytum* (Oxalidaceae) and five genera new for the mexican flora. *Brittonia* 39(1):133-138.

——. 1993. Composition, floristic affinities, and origins of the canopy tree flora of the Mexican Atlantic slope rain forests. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 595-680.

Zamudio, S. 1988. Descubrimiento de *Pitcairnia undulata* Scheidweiler (Bromeliaceae) en Tabasco, México. *Acta Botanica Mexicana* 2:5-9.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La vegetación secundaria (acahuales)

Luisa del Carmen Cámara Cabrales, Ofelia Castillo Acosta y Humberto Hernández Trejo

Introducción

Desde 1940, Tabasco ha perdido 90% de sus selvas debido a que se llevan a cabo prácticas agrícolas y pecuarias (Toledo 1990, Tudela 1992, Zavala-Cruz *et al.* 2003). Producto de estas tareas, la deforestación ha permitido que se establezca la vegetación secundaria o acahuales (Miranda y Hernández X. 1963, Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes 1985), la cual presenta una distribución, estructura y composición florística que varía respecto al grado de alteración de la vegetación original (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes 1985). La superficie de vegetación secundaria que se ha estudiado en la zona de los Ríos es de 68 209.61 ha, incluye acahuales altos, medianos y bajos (Cámara-Cabrales *et al.* 2011a), y de 11 012.04 ha para la zona de la Chontalpa (Cámara-Cabrales *et al.* 2011b).

En los últimos años, gran parte de la selva deforestada con fines agropecuarios en la zona de los Ríos se encuentra en proceso de sucesión, principalmente por la reducción de la actividad ganadera. La presente contribución es el resultado de dos estudios: el regional forestal de la unidad de manejo de forestal de los Ríos (Cámara-Cabrales *et al.* 2011a) y de la Chontalpa (Cámara-Cabrales *et al.* 2011b).

A continuación se describen los tipos de acahuales para Tabasco para conocerlos e implementar políticas de manejo y restauración:

Acahual alto

Este tipo de vegetación secundaria se caracteriza porque dominan especies de árboles cuya altura promedio es mayor de 20 m. Se localizaron varios acahuales en Balancán, específicamente en el Plan Balancán, en la parte que limita con Guatemala. Este tipo de vegetación es de 1 773.80 ha (Cámara-Cabrales *et al.* 2011a).

En general, en el estrato alto se encontró jabín (*Piscidia piscipula*), chakte (*Simira salvadorensis*) y trementino (*Zuelania guidonia*); en el estrato medio domina palo mulato (*Bursera simaruba*) y majahua (*Hampea nutricia*). El bayil (*Desmoncus* sp.) estuvo presente en acahuales altos y medianos en los estratos medios o bajos. Los acahuales con más biodiversidad se presentan sobre el margen del río San Pedro y los acahuales altos o maduros en el límite con Guatemala y parte de los ejidos Zamora y Capulín.

En el cuadro 1 se observa que las especies que dominan en cuanto al número de individuos, frecuencia y área basal (índice de valor de importancia -IVI-) son jabín (*P. piscipula*) con 40.03%, ramón (*Brosimum alicastrum*) y jobo (*Spondias mombin*) que represen 39%, y guácimo (*Guazuma ulmifolia*) con 25.49%. Estas cuatro especies suman 144.15% del total del IVI, con lo que se tiene en cuenta que la escala de valores para calcularlo abarca de 0 a 300, ya que, para representarlo, se utilizan los valores de frecuencia, densidad y dominancia relativa, y cada una corresponde a un porcentaje que va de 0 a 100. El área basal fue de 31.2 m^2/ha y el área basal de árboles de ≥15 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) de 20.9 m^2/ha. El DAP y altura promedio y desviación estándar fue de 16.3 ± 9.7 cm y 12.7 ± 6.2 m respectivamente.

Un tercio de los individuos muestreados tenían altura de 12 a 28 m y los dos tercios restantes de 3.8 a 12 m, por lo que la vegetación presenta una diversidad media de acuerdo con el Índice de diversidad de Shannon (H' = 2.56), con regular número de individuos y con buena representatividad de especies. La composición florística es de especies características de vegetación secundaria y avanzada del dosel

Cámara Cabrales, L.C., O. Castillo-Acosta y H. Hernández-Trejo. 2019. La vegetación secundaria (acahuales). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 57-67.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de selvas, como ramón (*B. alicastrum*) que tiene altura característica de acahual alto (Cámara-Cabrales *et al.* 2011a). En las figuras 1 y 2, el acahual alto se observa en el segundo plano de la fotografía y también tocones del desmonte para los pastos ganaderos.

Acahual mediano

Se caracteriza porque presenta árboles que alcanzan un promedio de 15 m. La superficie de esta vegetación en la zona de los Ríos es de 24 774.59 ha (Cámara-Cabrales *et al.* 2011a). En su mayoría se encuentra en el margen del río San Pedro, en ejidos del Plan Balancán (Zamora, El Destino, Ramonal, Cenotes, Capulín, Zacaola, El Palmar, Santa Cruz, Punta Montaña y otros) al límite con Guatemala, en Cascadas de Reforma y en Emiliano Zapata. En el estrato alto domina palo mulato (*B. simaruba*) y popiste (*Blepharidium mexicanum*) con las especies dominantes de guácimo (*G. ulmifolia*), tinto (*Haematoxylum campechianum*), ramón (*B. alicastrum*), cedro (*Cedrela odorata*), piñoncillo (*Jatropha curcas*), pochote (*Cochlospermum vitifolium*) y jolotzin (*Heliocarpus donnell-smithii*; cuadros 2 y 3). En estos cuadros se muestra es interesante resaltar que varíia la diversidad de especies en los acahuales medianos dependiendo del grado de conservación y manejo; en el sitio La Cuchilla (cuadro 2) es alta (Índice de diversidad de Shannon, H' 4.0) debido a que el predio cuenta con guardarraya y no hay extracción de madera (rango de diámetros de árboles es de 3 a 32 cm y de altura de 3 a 20 m); y en el ejido Emilio López Zamora (cuadro 3) es mediana (H' 2.67), ya que tiene muchos individuos y una mediana representatividad de especies.

La composición florística es de especies características de vegetación secundaria, como el pochote y el jolotzin, que son arbustos propios de sitios alterados con alturas que los ubican en un acahual mediano, el cual está expuesto al fuego (rango de DAP de 3 a 45.5 cm y alturas de 2.5 a 23 m). En el ejido El Destino, el acahual mediano fue de jabín (*P. piscipula*), jobo (*Spondia mombin*) y ramón (*B. alicastrum*) con baja diversidad (cuadro 4), también expuesto al fuego y a la extracción de madera para diversos usos, como leña, construcciones, etc. (rango de DAP de 2.5 a 34.2 cm

Cuadro 1. Muestreo de acahual alto en ranchería el Faustino y el ejido el Ramonal en Balancán.

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
Piscidia piscipula	*Jabín	7.692	18.182	14.163	40.037
Brosimum alicastrum	*Ramón	11.538	18.182	9.828	39.548
Spondias mombin	*Jobo	15.385	11.364	12.333	39.082
Guazuma ulmifolia	*Guácimo	7.692	9.091	8.706	25.490
No identificado	sp. 2	3.846	2.273	15.211	21.330
No identificado	Gusanillo	3.846	9.091	5.921	18.858
No identificado	sp. 3	3.846	2.273	7.698	13.817
No identificado	sp. 9	3.846	2.273	6.435	12.553
No identificado	sp.8	3.846	2.273	5.655	11.774
Pouteria campechiana	Zapotillo	3.846	2.273	3.680	9.799
No identificado	sp. 1	3.846	2.273	2.959	9.078
No identificado	sp. 6	3.846	4.545	0.219	8.610
No identificado	sp. 4	3.846	2.273	2.389	8.508
No identificado	sp. 5	3.846	2.273	1.860	7.979
Licaria peckii	Pimientillo	3.846	2.273	1.014	7.132
No identificado	sp. 10	3.846	2.273	0.920	7.039
Bursera simaruba	Palo Mulato	3.846	2.273	0.875	6.994
No identificado	sp. 7	3.846	2.273	0.086	6.205
Acacia cornigera	Cornezuelo	3.846	2.273	0.049	6.168

Nota: Especies: 19. Número total de individuos: 44. Índice de diversidad de Shannon H': 2.56. IVI: índice de valor de importancia. * Especies más importantes de acuerdo con el IVI. Rango de diámetro: 2.8-49.2 cm. Rango de altura: 3.8-28.7 m. La vegetación presenta una diversidad media de acuerdo con el índice de Shannon, con regular número de individuos y con buena representatividad de especies. La composición florística es de especies características de vegetación secundaria avanzada como el ramón, con alturas características de acahual alto. Las morfoespecies del 1 al 10 por no contar con estructuras florales o frutos no se identificaron, pero por las hojas y ramas indica que son especies diferentes. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011a.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Acahual alto en Plan Balancán-Tenosique. Foto: Luisa Cámara Cabrales.

Figura 2. Acahual alto en Plan Balancán-Tenosique. Foto: Luisa Cámara-Cabrales.

Cuadro 2. Muestreo de acahual mediano en La Cuchilla, Balancán.

Nombre científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
Guazuma ulmifolia	*Guácimo	10.811	10.811	19.197	40.818
Haematoxylum campechianum	*Tinto	10.811	10.811	4.620	26.242
Eugenia capuli	*	12.162	12.162	1.425	25.749
Brosimum alicastrum	*Ramón	1.351	1.351	21.917	24.620
Cedrela odorata	Cedro	5.405	5.405	5.977	16.788
Cordia stellifera	Candelero	6.757	6.757	1.339	14.853
Bursera simaruba	Mulato	5.405	5.405	3.746	14.557
Ficus sp.	*Ficus* sp.	1.351	1.351	9.713	12.416
Spondia mombin	Jobo	4.054	4.054	3.846	11.954
Guettarda combsi		2.703	2.703	5.582	10.987
Simaruba glauca	Zapatero	2.703	2.703	5.264	10.670
Sabal mauritiformis		1.351	1.351	6.780	9.483
Thevetia ahouai	*Thevetia ahouai*	4.054	4.054	1.295	9.403
Blepharidium mexicanum	Popiste	4.054	4.054	0.301	8.409
Cecropia obtusifolia	Guarumo	2.703	2.703	1.175	6.580
Pterocarpus hayesii		1.351	1.351	3.095	5.798
Randia armata	Crucetillo	2.703	2.703	0.334	5.739
Zanthoxylum sp.		2.703	2.703	0.261	5.666
Zuelania guidonia	Trementino	2.703	2.703	0.259	5.664
Gliricidia sepium	Cocohite	2.703	2.703	0.074	5.479
Parmenteria edulis	Cuajilote	1.351	1.351	1.815	4.518
Citrus auriantum	Naranja	1.351	1.351	0.951	3.654
Orthion subssesile		1.351	1.351	0.233	2.936
No identificado	Desconocido 1	1.351	1.351	0.178	2.881
No identificado	Desconocido 2	1.351	1.351	0.178	2.881
Cupanea dentata		1.351	1.351	0.162	2.864
Hampea nutricia	Majahua	1.351	1.351	0.124	2.827
Acacia cornigera	Cornezuelo	1.351	1.351	0.085	2.788
Muntingia calabura	Capulín	1.351	1.351	0.074	2.776

Nota: Especies: 29, número total de individuos: 74. Índice de diversidad de Shannon H': 4.0. IVI: índice de valor de importancia. *Especies más importantes de acuerdo con el IVI. El índice de valor de importancia es una sumatoria de la densidad, frecuencias y dominancia relativas que indica, con base en estos tres aspectos, que la especie más dominante en los rodales muestreados fue *Guazuma ulmifolia*. Área basal/ha: 12.2 m^2/ha. DAP promedio y desviación estándar: 8.4 ± 7.7 cm. Rango: 3-32 cm. Altura promedio y desviación estándar: 7.7 ± 4.1 m. Rango: 3-20 m. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011a.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Muestreo de acahual mediano en el ejido Ing. Emilio López Zamora Plan Balancán-Tenosique, Balancán.

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
Jatropha curcas	*Piñoncillo	7.317	20.513	0.051	27.881
Cochlospermum vitifolium	*Pochote	2.439	1.282	19.198	22.919
Heliocarpus donnell-smithii	*Jolotzin	2.439	1.282	19.198	22.919
Coutarea hexandra	*Palo blanco	2.439	1.282	19.198	22.919
No identificado	*Cascarillo hoja grande	4.878	15.385	0.294	20.557
No identificado	*Chichón	2.439	1.282	14.267	17.988
No identificado	*Cocohite de montaña	7.317	10.256	0.054	17.627
Alibertia edulis	*Castarrica	2.439	1.282	13.332	17.053
Manilkara zapota	*Chico zapote	9.756	6.410	0.079	16.245
Cryosophila argentea	*Palma escoba	7.317	7.692	0.419	15.428
No identificado	Cascarillo hoja chica	7.317	5.128	0.958	13.403
Sebastiania tuerckheimiana	Chechen blanco	4.878	5.128	2.285	12.291
Metopium brownei	Chechen prieto	7.317	3.846	0.074	11.237
Bursera simaruba	Palo mulato	7.317	3.846	0.034	11.198
No identificado	Manzanillo	2.439	1.282	3.966	7.688
No identificado	Frutillo	4.878	2.564	0.082	7.524
No identificado	Bejuco	2.439	1.282	2.252	5.973
No identificado	Gusano amarillo	2.439	1.282	1.784	5.506
No identificado	Chipilincillo	2.439	2.564	0.393	5.397
Sabal sp.	Guano yucateco	2.439	2.564	0.220	5.223
Sabal mexicana	Palma redonda	2.439	1.282	1.200	4.921
Pseudobombax ellipticum	Amapola	2.439	1.282	0.392	4.113
Bucida buceras	Puckte	2.439	1.282	0.272	3.993

Nota: Especies: 23 número total de individuos: 78. Índice de diversidad de Shannon H': 2.67. IVI: índice de valor de importancia. *Especies más importantes de acuerdo con el IVI. Las especies dominantes en cuanto al número de individuos, frecuencia y área basal son *Jatropha curcas* con 27.88%, *Cochlospermum vitifolium* con 22.91%, *Heliocarpus donnell-smithii* con 22.91% *y Coutarea hexandra* con representación de 20.55%. Estas cuatro especies suman 94.276% del total del IVI, teniendo en cuenta que la escala de valores para calcularlo abarca de 0 a 300 ya que, para representarlo, se utilizan los valores de frecuencia, densidad y dominancia relativa y cada una de estas corresponde a un porcentaje que va de 0 a 100. Área basal: 24.4 m^2/ha, área basal (≥15 cm DAP): 19.7 m^2/ha. DAP promedio y desviación estándar: 10.5 ± 9.1 cm. Rango: 3-45.5 cm. Altura promedio y desviación estándar: 7.5 ± 5.4 m. Rango: 2.5-23 m. Un tercio de los individuos muestreados tenían altura de 10-23 m y dos terceras partes de 3-9 m. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011a.

y alturas de 1 a 16 m, un tercio de los individuos muestreados tenían altura de 10 a 16 m y dos terceras partes de 1 a 9 m). En las figuras 3, 4 y 5, en el segundo plano, se muestran diferentes acahuales medianos en el río San Pedro y el Plan Balancán-Tenosique; en los dos últimos se observan los pastos ganaderos con el acahual, paisaje común en la región.

En la Chontalpa estos acahuales ocupan 9 672.5 ha (Cámara-Cabrales *et al.* 2011b). En el complejo arqueológico Ruinas de Comalcalco, las especies más abundantes fueron cordoncillo (*Piper yzabalensis*), palo mulato (*B. simaruba*) y macuilis (*Tabebuia rosea*); en este sitio fue amplia la diversidad de especies , las alturas máximas de los árboles fueron de 17 m, y la ceiba (*Ceiba pentandra*) alcanzó los diámetros más grandes (cuadro 5). En El Cedro (Nacajuca) se distingue esta formación vegetal cercana a Villahermosa, ciudad que presenta un gran proceso de deforestación por los proyectos de urbanización que se está desarrollando. Este sitio está representado por un acahual arbóreo en fase de recuperación, donde la especie del estrato superior que domina es el guácimo (*G. ulmifolia*), que presenta alturas promedio de 78 individuos de 10 m (cuadro 6). Las especies con pocos o un solo individuo presentan los mayores diámetros, como gusano (*Lonchocorpus guatemalensis*) y jobo (*S. mombim*), en tanto que las de diámetros intermedios son las de mayor densidad, guácimo (*G. ulmifolia*) y *Pithecellobium lanceolatum*.

Acahual bajo

Está dominado por arbustos de alturas generalmente menores de 5 m. Son comunidades vegetales que presentan vegetación arbórea y son clasificados, según Novelo y Ramos (2005), en:

1. Matorral inerme inundable, es una comunidad arbustiva frecuentemente dominada por una sola especie trepadora (mucal), de la cual se reconocen tres tipos (*Dalbergia glabra, D. brownei*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y *D. tabascana*); puede formar una línea pura de arbustos, crecer y trepar entre las copas de los árboles riparios con alturas de 2 a 5 m o más, dependiendo del lugar donde se desarrolle.

2. Matorral espinoso inundable y no inundable. En este tipo de vegetación crecen las leguminosas que llegan a medir hasta 3 m, se caracterizan por formar densas masas vegetales con espinas, como la zarza (*Mimosa pigra*) y el cornezuelo (*Acacia cornígera*). Se observaron varios acahuales bajos con rangos de altura de 3 a 9 m y con bajos índices de diversidad de especies arbóreas, de 1.8 y 2.3 (cuadros 7-9, figura 6 y 7).

Figura 3. Acahual mediano en río San Pedro, Balancán. Foto: Luisa Cámara-Cabrales.

Figura 4. Acahual mediano en Plan Balancán-Tenosique. Foto: Luisa Cámara-Cabrales.

Figura 5. Acahual mediano en Plan Balancán-Tenosique. Foto: Luisa Cámara-Cabrales.

Cuadro 4. Muestreo de acahual mediano en el ejido El Destino Plan Balancán-Tenosique, Balancán.

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
Piscidia piscipula	*Jabin	12.500	41.25	0.261	54.011
Spondias mombin	*Jobo	20.833	28.75	0.395	49.978
Brosimun alicastrum	*Ramón	8.333	5	30.425	43.758
Sebastiania tuerckheimiana	*Chechen blanco	4.167	1.25	26.341	31.758
Cordia stellifera	Candelero	8.333	3.75	7.208	19.291
Bucida buceras	Puckte	8.333	8.75	0.437	17.520
Cryosophila argentea	Palma escoba	8.333	2.5	6.348	17.181
Blepharidium mexicanum	Popiste macho	4.167	1.25	8.504	13.920
Bursera simaruba	Palo mulato	8.333	2.5	2.172	13.005
Lonchocarpus castilloi	Machiche	4.167	1.25	6.585	12.002
No identificado	Crespillo	4.167	1.25	4.624	10.041
No identificado	Pinolillo	4.167	1.25	4.329	9.746
No identificado	Ashniche	4.167	1.25	2.371	7.787

Nota: Especies: 13 número total de individuos: 80. Índice de diversidad de Shannon H': 1.7. IVI: índice de valor de importancia *especies más importantes de acuerdo con el IVI. Las especies dominantes en cuanto al número de individuos, frecuencia y área basal son *Piscidia piscipula* con 54.011%, *Spondias mombin* con 49.978 %, con *Brosimun alicastrum* 43.758% *y Sebastiana tuerkhemiana* con representación de 31.758%. Estas cuatro especies suman 179.505% del total del IVI, teniendo en cuenta que la escala de valores para calcularlo abarca de 0 a 300 ya que, para representarlo, se utilizan los valores de frecuencia, densidad y dominancia relativa y cada una de éstas corresponde a un porcentaje que va de 0 a 100. Área basal: 25.9 m^2/ha, área basal (≥15 cm DAP): 20.4 m^2/ha. DAP promedio y desviación estándar: 11.8 ± 8.1 cm. Altura promedio y desviación estándar: 6.5 ± 4.2 m. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011a.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 5. Valores promedios (± una desviación estándar) de la vegetación que se localiza en los alrededores de la zona arqueológica del municipio Comalcalco.

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Diámetro (cm)	Altura (m)	Área basal (m^2)
Brosimum alicastrum	Ramón	4	10.4 ± 15.3	4.3 ± 2.2	0.00022
Spondias mombin	Jobo	13	10.1 ± 12.5	8.1 ± 3.9	0.01032
Piper yzabalensis	Cordoncillo	125	1.8 ± 1.1	2.2 ± 0.9	0.01737
Piper tuberculatum	Cordoncillo	36	2.9 ± 1.7	3.3 ± 1.6	0.00824
Tabebuia rosea	Maculis	80	4.5 ± 4.9	3.9 ± 2.3	0.02820
Faramea occidentalis		29	1.8 ± 1.1	2.1 ± 1.1	0.00400
Pithecellobium lanceolatum		14	12.9 ± 7.4	7.7 ± 2.1	0.01320
Guazuma ulmifolia	Guácimo	41	19.2 ± 15.1	9.4 ± 4.5	0.09051
Trichilia havanensis		34	4.2 ± 5.5	4.3 ± 2.6	0.01115
Leguminosae		5	12.3 ± 15.3	5.5 ± 5.5	0.10470
Ceiba pentandra	Ceiba	1	39.2	-	0.00307
Critrus sinensis	Naranja	1	2.5	5.0	0.00020
Bursera simarouba	Palo mulato	45	6.6 ± 6.9	5.7 ± 3.4	0.02271
Hampea macrocarpa	Majahua	14	1.9 ± 1.2	2.3 ± 1.2	0.00267
Castilla elastica	Hule	6	9.5 ± 7.4	7.8 ± 4.2	0.00448
Heliocarpus donell-smithii	Jolotzin		9.5	7.5	0.00075
Cedrela odorata	Cedro	4	21.0 ± 25.7	9.8 ± 7.4	0.00660
Lonchocarpus guatemalensis	Gusano	1	12.7	7.0	0.00100
Ormosia schipii		9	6.8 ± 6.7	4.8 ± 3.8	0.00477
Malvaviscus arboreus		2	1.3 ± 0.5	2.5 ± 1.4	0.00020
Cecropia obtusifolia	Guarumo	5	11.4 ± 9.7	7.1 ± 3.2	0.00446
Zanthoxylum caribaeum		21	5.0 ± 4.4	4.0 ± 2.8	0.00079
Sterculia mexicana		2	7.8 ± 7.0	6.0 ± 1.4	0.00122

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011b.

Cuadro 6. Valores promedio (± una desviación estándar) de las especies arbóreas de la localidad El Cedro, municipio Nacajuca.

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Diámetro (cm)	Altura (m)	Área basal (m^2)
Guazuma ulmifolia	Guácimo	78	9.25 ± 5.40	7.60 ± 3.17	8.6258
Pithecellobium lanceolatum		18	7.48 ± 4.83	5.11 ± 2.49	1.4740
Lonchocarpus guatemalensis	Gusano	1	30.00	10.00	0.0715
Tabebuia rosea	Macuilis	2	6.68 ± 1.15	5.50 ± 0.71	0.1073
Acacia cornigera	Cornezuelo	1	5.09	4.00	0.0420
Enterolobium cyclocarpum	Pich	1	7.32	6.00	0.0203
Spondias mombin	Jobo	4	18.78 ± 4.28	9.25 ± 2.76	1.1506

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011a.

En el cuadro 7, el IVI muestra las especies que dominan en cuanto al número de individuos, frecuencia y área basal, y son *Acacia cornigera* con 138.32%, *Aegiphila monstrosa* con 40.39%, y *Piscidia piscipula* con 28.31%; estas tres especies suman 207.033% del total del IVI, teniendo en cuenta que la escala de valores para calcularlo abarca de 0 a 300. Los rango de diámetros fueron de 2.5 a 36.5 cm y de altura de 1 a 6.5 m. La composición florística es de especies características de vegetación secundaria de estadios iniciales y de alturas bajas, lo que ubica a este tipo de ambiente como un acahual bajo (Cámara-Cabrales *et al.* 2011a). En la figura 7 de acahual bajo se observa este en el primer y segundo plano y a la vez su derribo para actividades agropecuarias.

En la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma se registran varias asociaciones de vegetación secundaria de diferentes edades (cuadro 8). En el acahual de 20 años, la especie de mayor valor de importancia biológica fue *Eugenia capuli*. La altura promedio fue de 6 m, mientras que en el acahual de 10 años el guácimo (*G. ulmifolia*) fue el dominante y el acahual del tinto (*H. campechianum*) alcanzó alturas entre 3.8 a 15 m. En el acahual de puckté (*Bucida buceras*) la especie

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 7. Muestreo de acahual bajo en la ranchería El Faustino en el municipio Balancán.

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
Acacia cornigera	*Cornezuelo	13.333	30.526	94.464	138.324
Aegiphila monstrosa	*Tabaquillo	13.333	25.263	1.794	40.391
Piscidia piscipula	*Jabín	13.333	13.684	1.300	28.318
Bauhinia divaricata	Pata de vaca	13.333	5.263	0.207	18.804
Lonchocarpus hondurensis	Gusanillo	6.667	9.474	0.452	16.592
Guazuma ulmifolia	Guácimo	6.667	9.474	0.204	16.344
Spondias mombin	Jobo	6.667	1.053	1.300	9.020
Randia sp	Crucetillo	6.667	2.105	0.089	8.861
No identificado	Nancillo	6.667	1.053	0.113	7.832
No identificado	Pata de Gallo	6.667	1.053	0.053	7.772
Astronium graveolens	Jobillo	6.667	1.053	0.023	7.743

Nota: Especies: 11, número total de individuos: 95. Índice de diversidad de Shannon H': 1.85. IVI: índice de valor de importancia. *Especies más importantes de acuerdo con el IVI. Área basal/ha: 58.5 m^2/ha. DAP promedio y desviación estándar: 4.4 ± 3.7 cm. Altura promedio y desviación estándar: 4.3 ± 1.1 m. Un tercio de los individuos muestreados tenían altura de 4-1 m y dos terceras partes de 4.0-6.5 m. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011a.

Figura 6. Acahual bajo en Cascadas de Reforma, Balancán. Foto: Luisa Cámara Cabrales.

Figura 7. Acahual bajo en el Plan Balancán-Tenosique. Foto: Luisa Cámara Cabrales.

que domina fue el lecherillo (*Tabernaemontana alba*; Contreras-Sánchez 2009, Contreras-Sánchez *et al.* 2009).

En el poblado C-11, Cárdenas, se muestreó un acahual con baja diversidad de especies. Entre las más abundantes podemos mencionar al guácimo (*G. ulmifolia*), jolotzin (*Heliocarpus donell smithii*) y *Bernardia interrupta* (cuadro 9). Las especies más abundantes (guácimo, jolotzin e *Inga vera*) son las de mayor tamaño y definen la fisonomía de este tipo de vegetación, presentan alturas promedio alrededor de 5 m y diamétricamente poseen entre 5 y 16 cm.

En cambio, el poblado C-14 de Cárdenas permanece inundado por más tiempo, lo cual permite la presencia de especies de zonas anegadas como jahuacté (*Bactris baculifera*) y gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*).

Cuadro 8. Abundancia e índice de diversidad de las cuatro comunidades de vegetación en el área natural protegida Cascadas de Reforma, Balancán.

Tipos de vegetación	Número de especies	Número total de individuos	Índice de diversidad de Shannon
Tintal (*Haematoxylum campechianum*)	10	50	H' =1.9
Acahual de 20 años	17	66	H' =2.3
Acahual de 10 años	13	33	H' =2.1
Acahual de puckté (*Bucida buceras*)	18	65	H' =2.2

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011a.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

También aumentan por especie, las más abundantes son el gusano, guácimo y jolotzin (*H. donell smithii*), así como *Casearia sylvestris* (cuadro 10).

En el ejido Tres Bocas, Huimanguillo, se observa un cambio en la riqueza de especies, mismo que está relacionado con los tipos de vegetación y con la topografía del área. En el lomerío y laderas se encuentra un acahual con dominio de corozo (*Attalea butyracea*). Sobre la planicie en la zona de transición con la zona anegadas está dominada por palmas, jahuactal (*Bactris balanoidea*) y tasistal (*Acoelorraphe wrigthii*); al norte, un apompal dominado por apompo (*Pachira aquatica*); al noreste y sudeste, vegetación riparia de macayo (*Andira galeottiana*) y anona de pantano (*Annona glabra*; cuadro 11).

Hacia el norte, en la zona de la ladera las especies dominantes con IVI mayores, son *Waltheria glomerata* y *Alibertia edulis*, en tanto que en la planicie y el área inundable son macayo (*A. galeottiana*) y apompo (*P. aquatica*). En el suroeste las especies que dominan son guarumo (*Cecropia obtusifolia*), hoja de lata (*Miconia argentea*) y lecherillo (*T. alba*), también hay especies cultivadas de mango y guayaba. En Cunduacán, en el ejido Corregidora Ortiz, las especies arbóreas con mayor altura (7 a 5 m), fueron cocohite (*Gliricida sepium*) y guarumo (*C. obtusifolia*; cuadro 12), así como algunos bejucos como *Ipomoea purpurea*, *Cissus cisioides* y *Momordica charantia*.

Cerca de Cunduacán se presentan manchones de vegetación en regeneración y de selva baja espinosa de tinto (*H. campechianum*) y pastizales. En este sitio en p, la vegetación está dominada por majagua (*H. macrocarpa*) y, de manera asociada pero dispersa e irregular, capulín (*Mutingia calabura*), sauce (*Salix humboldtiana*) y tinto (cuadro 13).

El majagual (*H. macrocarpa*) es un tipo de vegetación bajo de máximo 4.5 m de altura, aunque las especies asociadas rebasan esta altura y se presentan en muy bajas densidades. Fisonómicamente se asemeja a un matorral inerme pero, en realidad, corresponde a una fase regenerativa en la que la forma en que domina es la arbórea, aunque en etapa juvenil. El aporte de biomasa (área basal) de majahua (*H. macrocarpa*) es ligeramente mayor que capulín (*M. calabura*) y sauce (*S. humboldtiana*; cuadro 13). Otras especies importantes por el aporte de biomasa con el que contribuyen son guácimo (*G. ulmifolia*), coscorrón (*Pithecellobium lanceolatum*, *Zanthoxylum caribaeum*) y gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*). Los acahuales bajos cubren aproximadamente 42 000 ha distribuidos, principalmente, en el Plan Balancán y al sur de Tenosique (Cámara-Cabrales *et al.* 2011a) y para la Chontalpa 1 339 ha (Cámara-Cabrales *et al.* 2011b).

Cuadro 9. Valores promedio (± una desviación estándar) de las especies arbóreas en el poblado C-11 del Plan Chontalpa, municipio Cárdenas.

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Diámetro (cm)	Altura (m)	Área basal (m^2)
Acacia cornigera	Cornezuelo	1	3.66	5.00	0.00105
Bursera simarouba	Palo mulato	1	3.09	4.00	0.00075
Casearia sylvestris		3	1.81 ± 0.72	2.83 ± 1.89	0.00086
Cecropia obtusifolia	*Guarumo*	6	4.67 ± 1.70	5.90 ± 2.41	0.01140
Crataeva tapia		2	1.59 ± 0.23	1.65 ± 0.21	0.00040
Guazuma ulmifolia	Guácimo	49	8.28 ± 3.75	5.34 ± 3.26	0.31648
Hampea macrocarpa	*Majagua*	16	5.22 ± 4.54	3.40 ± 2.04	0.05846
Inga vera		24	16.44 ± 10.04	5.38 ± 4.75	0.69121
Heliocarpus donell smithii	Jolotzin	33	5.69 ± 3.01	4.85 ± 2.69	0.10668
Lonchocarpus guatemalensis	Gusano	4	2.12 ± 2.02	9.50 ± 2.54	0.00237
Malvaviscus arboreus		4	0.90 ± 0.15	2.38 ± 1.09	0.00026
Piper tuberculatum		5	2.63 ± 1.98	1.84 ± 0.55	0.00394
Alibertia edulis		1	1.05	2.00	0.00009
Solananum dythilum		1	11.78	1.80	0.01089
Sterculia mexicana		2	2.12 ± 0.07	2.50 ± 1.41	0.00070
Tabebuia rosea	Maculis	5	3.26 ± 3.53	2.81 ± 1.75	0.00807
Tabernaemontana alba	Lecherillo	11	3.86 ± 3.49	3.36 ± 2.20	0.02241
Trichilia havanensis		15	4.41 ± 2.53	4.20 ± 1.27	0.02987

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 10. Valores promedio (± una desviación estándar) de las especies arbóreas en el poblado C-14 del Plan Chontalpa, municipio Cárdenas.

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Diámetro (cm)	Altura (m)	Área basal (m^2)
Alibertia edulis		7	1.16 ± 0.28	1.75 ± 0.24	0.00078
Bactris baculifera	Jahuacte	28	4.18 ± 1.33	3.31 ± 1.21	0.04213
Casearia sylvestris		50	3.39 ± 2.11	5.27 ± 5.56	0.06227
Coccoloba barbadensis	Bolchiche	1	9.07	1.20	0.00646
Guazuma ulmifolia	Guácimo	43	8.62 ± 4.75	5.14 ± 3.75	0.32502
Hampea macrocarpa	Majahua	5	2.62 ± 0.57	3.20 ± 0.91	0.00280
Inga vera		7	2.91 ± 1.27	2.85 ± 1.77	0.00541
Heliocarpus donell smithii	Jolotzin	47	4.38 ± 2.08	4.91 ± 1.81	0.13251
Leguminosae		3	6.58 ± 1.64	6.83 ± 2.25	0.01061
Lonchocarpus guatemalensis	Gusano	69	4.09 ± 1.83	3.13 ± 1.26	0.10848
Kosteletzkya depressa		1	0.95	1.80	0.00007
Malvaviscus arboreus		18	1.31 ± 0.29	2.42 ± 0.80	0.00254
Bernardia interrupta		8	3.59 ± 1.87	4.00 ± 1.52	0.01002
Piper tuberculatum		2	1.73 ± 0.43	2.25 ± 0.35	0.00049
Psidium guajava	Guayaba	1	12.73	5.00	0.01273
Stemadenia donell smithii		12	4.02 ± 1.07	4.13 ± 1.31	0.01618
Sterculia mexicana		1	3.50	3.50	0.00096
Thevetia ahouai		1	1.97	3.00	0.00031
Trichilia havanensis		10	3.26 ± 2.13	2.66 ± 1.21	0.01156

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011b.

Conclusión y recomendaciones

Del análisis efectuado en los diferentes acahuales altos, medios y bajos de Tabasco, se puede observar que se encuentran en diferentes grados de sucesión, con mezclas de especies y con diferente diversidad. Estos resultados indican que la vegetación secundaria está en sucesión y, de no ocurrir disturbios frecuentes y de gran magnitud, se puede decir que está en proceso de recuperación.

Se propone implementar estrategias para recuperar y restaurar las selvas deterioradas y manejar los acahuales mediante un proceso de asistencia o sucesión, acompañada de la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. Se requiere analizar las distintas fases de sucesión y de los gremios de especies de la selva fragmentada, conocer la estructura y composición florística del área, así como restaurar los sitios que han sido perturbados mediante reforestación, enriquecimientos y otras prácticas de manejo como liberaciones, aclareos, escarificación, cercado, atracción de dispersores de semillas, agroforestería y conservación de suelos forestales.

Para recuperar las selvas es importante conocer la historia y evolución del lugar, identificar los factores que influyen en la regeneración (producción y lluvia de semillas, banco, dispersión y germinación de semillas), y reconocer cómo la presencia de factores del medio físico ayuda a la regeneración, ya sea la intensidad lumínica, condiciones edáficas, de humedad de suelo, fertilidad, acidez o espesor de la capa de hojarasca (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes 1985, Del Amo 1985, Macario-Mendoza *et al.* 1995). Esto se puede lograr con políticas de incentivos y de apoyo a la reconversión productiva que implica el manejo de los acahuales versus su derribo para actividades agropecuarias.

Los pagos por servicios ambientales, como captura de carbono, biodiversidad e hídrico y reforestación pueden desempeñar una función muy importante. Los dueños de los predios muestreados en la región de los Ríos mostraron un interés en el manejo y conservación de los acahuales porque les beneficia (ingresos, productos para el consumo doméstico de leña, construcción, etc.) y pueden obtener un pago por servicios ambientales y venta de productos forestales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 11. Muestreo de acahual bajo, especies arbóreas (adultos y juveniles) en el ejido Tres Bocas, Huimanguillo.

Nombre científico	Nombre común	Densidad (ind/ha)	Área basal (m^2/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
Oeste, ladera y planicie							
Attalea butyracea	Corozo	21	1.3492	16.33	47.39	14.71	78.42
Leguminosae		13	0.2837	10.20	9.96	8.82	28.99
Tabernaemontana alba	Lecherillo	24	0.0272	18.37	0.96	14.71	34.03
Faramea occidentalis		16	0.0102	12.24	0.36	14.71	27.31
Miconia argentea	Hoja lata	8	0.3334	6.12	11.71	8.82	26.66
Andira galeottiana	Macayo	5	0.0054	4.08	0.19	5.88	10.15
Acoelorraphe wrigthii	Tasiste	8	0.1332	6.12	4.68	5.88	16.68
Cynometra oaxacana		11	0.6719	8.16	23.60	11.76	43.53
Rubiaceae		11	0.0156	8.16	0.55	2.94	11.65
Bactris balanoidea	Jahuacte	5	0.0000	4.08	0.00	5.88	9.96
Ceiba pentandra	Ceiba	3	0.0006	2.04	0.02	2.94	5.00
Annona glabra	Anona	5	0.0168	4.08	0.59	2.94	7.61
Norte, ladera y planicie							
Andira galeottiana	Macayo	57	0.1014	10.34	53.39	6.67	70.40
Waltheria glomerata		151	0.0036	27.59	5.05	26.67	59.31
Alibertia edulis		113	0.0003	20.69	0.38	20.00	41.07
Pachira aquatica	Apompo	113	0.0232	20.69	24.52	6.67	51.88
Ceiba pentandra	Ceiba	19	0.0429	3.45	7.54	6.67	17.66
Cedrela odorata	Cedro	19	0.0372	3.45	6.53	6.67	16.65
Faramea occidentalis		19	0.0108	3.45	1.91	6.67	12.03
Miconia argentea	Hoja lata	19	0.0023	3.45	0.41	6.67	10.53
Rubiaceae		19	0.0012	3.45	0.21	6.67	10.33
Attalea butyraecea	Corozo	19	0.0001	3.45	0.02	6.67	10.14
Norte, zona inundable							
Pachira aquatica	Apompo	563	1.0511	35.71	29.50	40	105.22
Acoelorraphe wrigthii	Tasiste	563	0.8652	35.71	24.28	40	100.00
Andira galeottiana	Macayo	451	1.6466	28.57	46.21	20	94.79
Suroeste, ladera y planicie							
Ceiba pentandra	Ceiba	9	0.0214	3.85	1.06	7.14	12.05
Attalea butyracea	Corozo	41	0.0902	17.31	4.46	10.71	32.48
Faramea occidentalis		37	0.0300	15.38	1.49	17.86	34.73
Cecropia obtusifolia	Guarumo	23	0.4715	9.62	23.32	17.86	50.79
Tabernaemontana alba	Lecherillo	59	0.0773	25.00	3.83	17.86	46.68
Alibertia edulis		27	0.0084	11.54	0.42	10.71	22.67
Miconia argentea	Hoja lata	14	0.5796	5.77	28.67	7.14	41.58
Manguifera indica	Mango	9	0.7152	3.85	35.37	7.14	46.36
Psidium guajava	Guayava	18	0.0278	7.69	1.38	3.57	12.64

IVI = índice de valor de importancia. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011b.

Cuadro 12. Valores promedio (± una desviación estándar) y el valor de importancia (IVI) de las especies arbóreas de un acahual bajo, Cunduacán en el ejido Corregidora Ortiz.

Nombre científico	Nombre común	Diámetro (cm)	Altura (m)	Área basal (m^2)	IVI (%)
Leucaena leucocephala		4.91 ± 3.58	4.21 ± 1.43	0.0227	109.75
Gliricida sepium	Cocohite	21.37 ± 11.37	7.50 ± 0.86	0.0567	79.22
Guazuma ulmifolia	Guácimo	5.34 ± 2.43	3.85 ± 1.02	0.0082	46.10
Cecropia obtusifolia	Guarumo	5.82	5.00 ± 0.50	0.0012	7.66
Hampea macrocarpa	Majahua	4.62 ± 0.45	4.00	0.0022	21.60
Bursera simarouba	Palo mulato	5.25	4.00	0.0010	7.42
Citharexylum hexangulare		5.22	3.50	0.0009	7.41
Calliandra houstoniana		4.87	3.00	0.0008	7.28
Spondias bombin	Jobo	2.10	2.00	0.0002	6.57

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 13. Valores promedio (± una desviación estándar) de las especies arbóreas en Cunduacán, Tabasco.

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Diámetro (cm)	Altura (m)	Área basal (m²)
Mutingia calabura	Capulín	32	5.19 ± 5.21	4.18 ± 5.21	1.3368
Salix humboldtiana	Sauce	12	10.25 ± 6.37	8.92 ± 6.37	1.3393
Hampea macrocarp	Majahua	251	2.39 ± 2.09	2.11 ± 2.09	1.9865
Psidium guajava	Guayaba	1	6.40	6.70	0.0318
Pithecellobium lanceolatum		4	7.09 ± 5.17	6.43 ± 5.17	0.2816
Ceiba pentandra	Ceiba	3	3.33 ± 1.89	4.00 ± 1.89	0.0318
Gliricida sepium	Cocohite	1	3.50	3.00	0.0096
Tabebuia rosea	Maculis	5	3.32 ± 3.47	2.50 ± 3.47	0.0812
Inga vera		1	2.00	2.50	0.0031
Haematoxylum campechianum	Tinto	28	3.38 ± 1.59	4.52 ± 1.59	0.3046
Crataeva tapia		4	13.12 ± 6.66	7.50 ± 6.66	0.6450
Randia aculeata		1	4.90	6.00	0.0191
Zanthoxylum caribeaum		13	5.99 ± 3.09	4.86 ± 3.09	0.4558
Guazuma ulmifolia	Guácimo	3	18.09 ± 4.99	11.33 ± 4.99	0.8098
Poulsenia armata		1	1.50	2.50	0.0018
No identificada	Especie 1	3	4.25 ± 1.98	6.50 ± 1.98	0.0488
Lonchocarpus guatemalensis	Gusano	1	13.50	10.00	0.1437

Fuente: Cámara-Cabrales *et al*. 2011b.

Referencias

Cámara-Cabrales, L.C., H. Hernández-Trejo, A. Galindo-Alcántara *et al*. 2011a. Reporte técnico, estudio regional forestal de la UMAFOR de los Ríos. UJAT/ARS Rios/CONAFOR, México.

——. 2011b. Reporte técnico, estudio regional forestal de la UMAFOR de la Chontalpa. UJAT/ARS Chontalpa/CONAFOR, México.

Contreras-Sánchez, I. 2009. *Estructura y composición florística de acahuales de selva baja perennifolia en la reserva ecológica, cascadas de reforma, Balancán, Tabasco*. Tesina de licenciatura en biología. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Contreras-Sánchez, I., I. Palomeque, J. Canul-Hernández *et al*. 2009. Vegetación y uso del suelo de la reserva ecológica cascadas de reforma, Balancán, Tabasco. En: *Memorias del VII Congreso Nacional sobre Áreas Naturales Protegidas de México*. San Luis Potosí.

Del Amo, S. 1985. Algunos aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de especies primarias. Vol. 2. En: *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. A. Gómez-Pompa y S. Del Amo (eds.). Alhambra Mexicana/INIREB, México, pp. 79-91.

Gómez-Pompa, A. y C. Vázquez-Yanes. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. Vol. II. En: *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. A. Gómez-Pompa y S. Del Amo (eds.). Alhambra Mexicana/IINIREB, México, pp. 1-25.

Macario-Mendoza, P.A., E. García-Moya, J.R. Aguirre-Rivera y E. Hernández X. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botanica Mexicana* (32):11-23.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-178.

Novelo A. y L. Ramos. 2005. Vegetación Acuática. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvares y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 111-144.

Toledo, V.M. 1990. El proceso de ganaderización y la destrucción biológicas y ecológica de México. En: *Medio ambiente y sesarrollo en México*. E. Leff (ed.). Centro de Investigaciones Históricas-UNAM/Porrúa, México, pp. 149-182.

Tudela, F. 1992. La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco, Proyecto Integrado del Golfo. COLMEX/CINVESTAV/FIAS/UNRISD, México.

Zavala-Cruz, J, R. Ramos-Reyes, O. Castillo-Acosta y A.I. Ortiz C. 2003. Cambio de uso del suelo. En: *Impacto ambiental en las tierras del campo petrolero Samaria, Tabasco*. J. Zavala, C. Gutiérrez y D. Palma-López (eds.). Campus Tabasco-Colegio de Postgraduados/CONACYT/CCYTET, Villahermosa, pp. 33-52.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Estructura, composición florística y regeneración de vegetación en sucesión en el Plan Balancán-Tenosique

Cayetano Arias Montero, Luisa del Carmen Cámara Cabrales y Ofelia Castillo Acosta

Introducción

Los bosques secundarios son formados por sucesión, un proceso ecológico en el que la estructura y composición de una comunidad de plantas cambian con el transcurso del tiempo (Toledo *et al.* 2005). Las sucesiones que se producen en terrenos que acaban de quedar al descubierto y en ausencia de influencias abióticas gradualmente cambiantes reciben el nombre *sucesiones autogénicas*. Si el terreno no ha sufrido la influencia de una comunidad, la secuencia de especies es llamada *sucesión primaria*. En los casos en que la vegetación de una zona ha sido eliminada de forma total o parcial, pero se han conservado un suelo bien desarrollado y un buen número de semillas y esporas, entonces la secuencia que se produce se conoce como *sucesión secundaria* (Begon *et al.* 1999).

Es muy importante estudiar las fases sucesionales no sólo por el hecho de recuperar un sistema natural, sino porque en éstas se encuentra una serie de potencialidades biológicas que puede ser de utilidad para el ser humano, como la existencia de grupos de especies de muy rápido crecimiento, así como de algunos grupos adaptados a condiciones extremas que pueden resultar susceptibles de explotación (Sánchez *et al.* 2007).

Entre 1990 y 2000 la superficie de selva húmeda disminuyó a 1.6% en el estado (Sánchez-Munguía 2005). Esta investigación formó parte del estudio regional de la Unidad de Manejo Forestal de los Ríos (Cámara *et al.* 2010), el cual consistió en conocer las diferentes etapas sucesionales de la vegetación presente a través del análisis de la estructura[1] y composición florística[2] en dos ejidos del Plan Balancán-Tenosique.

Área de estudio y metodología

El área de estudio se ubicó en el Plan Balancán-Tenosique, el cual incluyó a los ejidos Ing. Emilio López Zamora (sitio 1) y El Destino (sitio 2), ambos con vegetación original de selva (cuadro 1; figura 1). En cada sitio se establecieron unidades de muestreo (UM) que consistían en cuadros de 10 m x 10 m (100 m^2) distribuidas al azar para el censo de vegetación arbórea. Para el sitio 1 se ubicaron dos UM (1 y 2) con seis cuadros cada una; para el sitio 2 se ubicaron tres UM (3, 4 y 5). En ellas se midieron la altura total, el diámetro a la altura del pecho (DAP), y a todos los árboles de más de 2.5 cm se colectaron ejemplares para su identificación.

Para evaluar la regeneración[3] se establecieron cuatro cuadros de 1 x 1 m^2 en cada cuadro de 10 x 10, se midió la profundidad de hojarasca y la altura total de individuos de ≤ 1.30 m, y se anotaron las especies a las que pertenecían. En gabinete se identificaron las especies y se calculó el Índice de diversidad[4] de Shannon-Wienner y los valores de los coeficientes de similitud de Sorensen (So).

[1] La organización en el espacio de los individuos que forman un *stand,* y un tipo de vegetación o una asociación vegetal, por extensión, plantea que los elementos primarios de la estructura son las formas de crecimiento, la estratificación y la cobertura.
[2] Conjunto de las diferentes especies de árboles dentro de un bosque.
[3] Conjunto de regeneración preexistente en bosques sin intervención silvicultural.
[4] Parámetro estadístico derivado de la riqueza de especies y la abundancia de los individuos presentes en el ecosistema.

Arias-Montero, C., L.C. Cámara Cabrales y O. Castillo-Acosta. 2019. Estructura, composición florística y regeneración de vegetación en sucesión en el Plan Balancán-Tenosique. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 68-71.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Descripción del sitio de estudio.

Descripción del área de estudio	
Extensión territorial	356 943 00 ha
Fisiografía	Llanura semiondulada con ligera pendiente hacia el golfo y límites con la plataforma kárstica de la península de Yucatán
Relieve	Lomerío con llanura y lomerío
Clima	Am (f) y Aw (2)
Suelo	Vertisol éutrico y Leptozol rendzico
Vegetación	Selva alta y mediana perennifolia, selva baja subperennifolia, vegetación secundaria y pastizales

Fuente: Cámara *et al*. 2010.

Resultados

En ambos sitios se censaron 638 árboles, de los cuales 551 fueron identificados a nivel de especie, distribuidos en 49 géneros y 26 familias. La familia más representada fue la Leguminosae, con 11 especies, seguida de Rubiaceae con siete especies. Los valores más altos del índice de diversidad de Shannon se presentaron en las UM del sitio 1, en tanto que en el sitio 2, se obtuvieron los menores (cuadro 2).

Los valores de los coeficientes de similitud de Sorensen (So) revelaron que las parcelas UM1 y UM2 del sitio 1 fueron las más similares en composición de especies arbóreas (So = 0.57), al igual que la UM4 y UM5 del sitio 2 con el mismo valor (cuadro 2).

De los censos hechos para analizar la regeneración en las cinco unidades de muestreo se registraron 928 individuos distribuidos en 21 familias, 32 especies y 30 géneros. La familia mejor representada fue Rubiaceae, con cuatro géneros y cinco especies, seguida de la Leguminosae con tres géneros y cuatro especies junto con la familia Euphorbiaceae con tres géneros y cuatro especies respectivamente. Para el sitio 1, la densidad de la regeneración fue de 11.1 ± 2.9 ind/m^2, y el sitio 2 de 11.8 ± 4.5 ind/m^2; el número total de especies fue de 117 y 220 respectivamente, al señalar, que no existieron diferencias significativas (cuadro 3).

La composición florística de la vegetación en los dos sitios muestreados permitió identificar dos tipos de vegetación secundaria o acahuales: acahual mediano de 20 años con alturas de 6 a 17 m en el ejido Ing. Emilio López Zamora que con la UM1 y UM2 obtuvieron el menor nivel de riqueza con un total de 178 individuos y 33 especies. Acahual bajo de 10 años con árboles de 1.3 a 9 m en el ejido El Destino que abarcó las UM3, UM4 y UM5 aquí se presentó la mayor riqueza con un total de 460 individuos y 37 especies.

El estado de la vegetación que se encontró es el resultado del impacto que ocasionaron las actividades humanas en ambos sitios, los cuales presentaron variaciones en la estructura, composición florística, diversidad y regeneración de acuerdo con la edad de sucesión.

Conclusión y recomendaciones

Debido a la importancia biológica y ecológica que tiene el conservar los diferentes ecosistemas vegetales en sucesión, se sugiere que se promuevan iniciativas entre los productores, que tienden a conservar estos ecosistemas, reforestarlos mediante enriquecimientos directos, establecer plantaciones de especies nativas maderables y no maderables, así como pagar servicios ambientales (captura de carbono, servicios hídricos y conservación de la biodiversidad) como opciones para detener la deforestación (Márquez *et al*. 2008).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

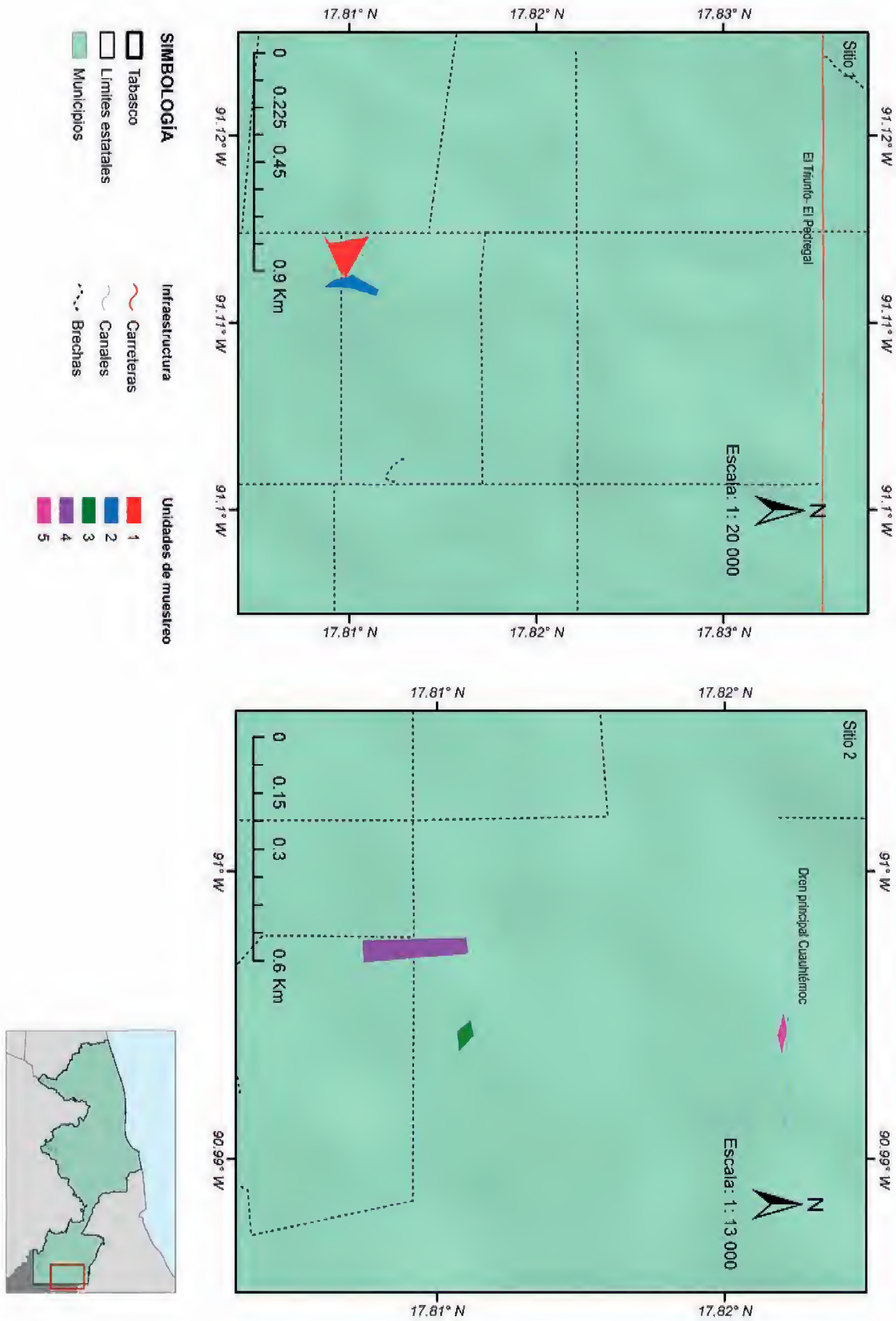


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Valores de riqueza, abundancia, diversidad y similitud florística en los ejidos Ing. Emilio López Zamora y El Destino

Unidad de muestreo (UM)	Riqueza y abundancia			Índice de diversidad de Shannon*	Valores de similitud florística			
	Cuadrantes muestreados (100 m²)	Número de especies	Número total de individuos		UM1	UM2	UM3	UM4
UM1 (E. López Zamora)	6	29	109	2.879				
UM2 (E. López Zamora)	6	24	69	2.769	0.57			
UM3 (El Destino)	5	45	141	2.540	0.21	0.31		
UM4 (El Destino)	4	43	191	2.839	0.17	0.22	0.41	
UM5 (El Destino)	4	25	128	2.634	0.31	0.38	0.55	0.57

*Índice de la diversidad de una comunidad que toma en cuenta la riqueza de especies y su abundancia relativa. Fuente: Arias 2010.

Cuadro 3. Promedio de familia, especies y densidad de individuos en las cinco unidades de muestreo.

UM	Densidad	Desv. est.	Familia	Desv. est.	Especies	Desv. est.	Altura	Desv. est.
1	12.708	2.547	12.333	3.011	16.167	2.787	33.915	8.897
2	9.417	2.365	13.000	3.899	13.333	4.457	43.095	13.09
3	6.300	1.362	8.400	0.894	8.800	1.483	37.123	4.934
4	7.938	1.760	10.000	1.414	10.500	2.082	18.507	3.751
5	7.125	0.479	11.500	2.646	11.750	2.062	39.030	12.506

Desv. Est. = desviación estandar. Fuente: Arias 2010.

Referencias

Arias, M.C. 2010. *Estructura, composición florística y regeneración de vegetación secundaria en Villa Quetzalcóatl, Balancan, Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, México.

Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend. 1999. *Ecología individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega, España.

Cámara, L.C., T.H. Hernández, A.A. Galindo *et al*. 2010. *Estudio Regional de la UMAFOR de los Ríos*. DACBiol-UJAT/CONAFOR/Unión de Silvicultores, México.

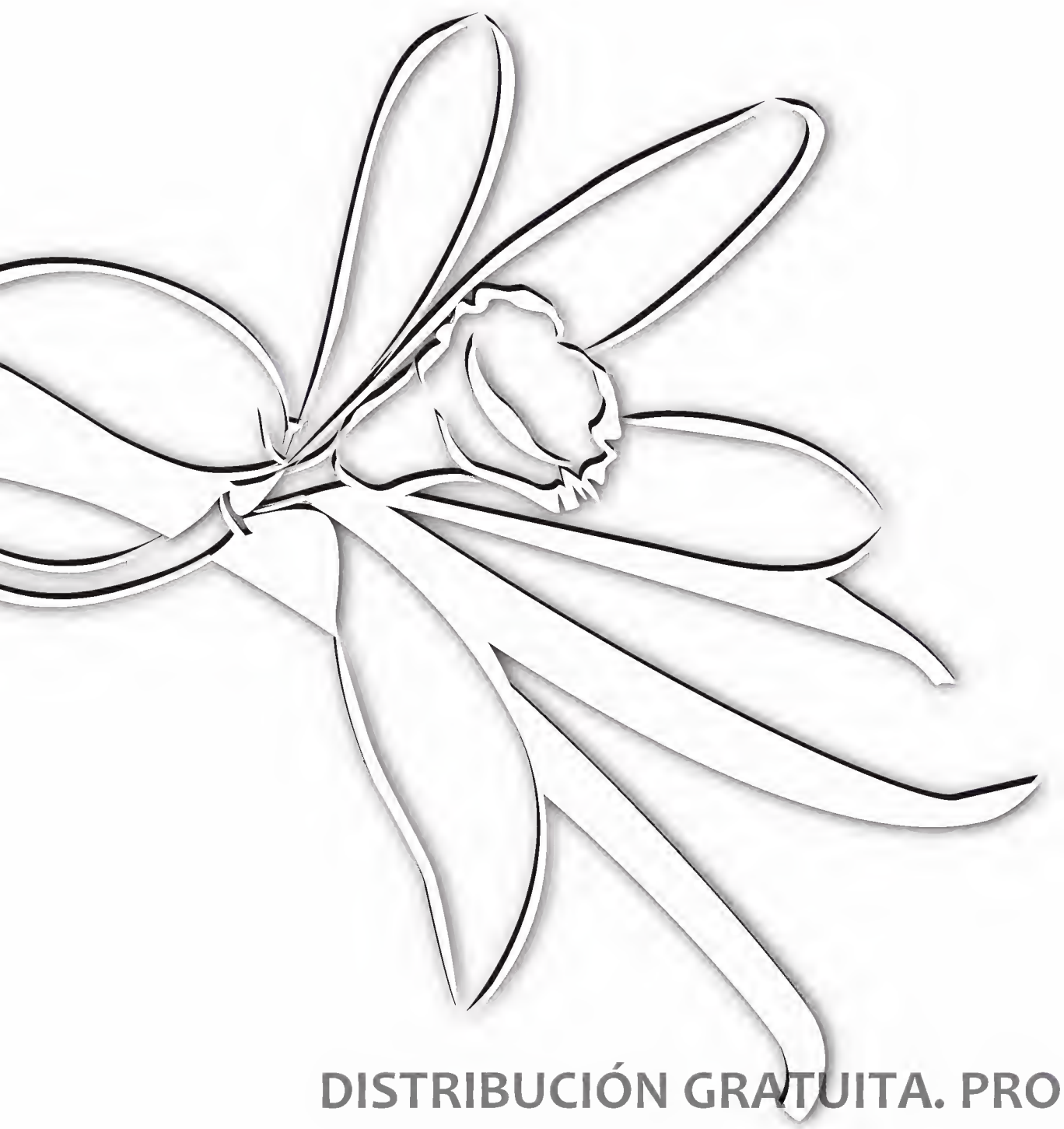
Márquez, I.R., D.B. Jong y S. Ochoa-Gaona. 2008. Programas gubernamentales y respuestas campesinas en el uso del suelo: el caso de la zona oriente de Tabasco, México. *Región y Sociedad* 20(43):98-129.

Sánchez-Munguía, A. 2005. *Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950-2000*. UJAT/Serie Colección José N. Rovirosa. Biodiversidad, Desarrollo Sustentable y Trópico Húmedo, México.

Sánchez, S.O., A.G. Islebe y H.M. Valdez. 2007. Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana* 7:17-26.

Toledo, M., J. Salick, B. Loiselle y P. Jorgensen. 2005. Composición florística y usos de bosques secundarios en la provincia Guarayos, Santa Cruz, Bolivia. *Revista de Ecología Biológica* 18:1-16.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La vegetación acuática

Leandro Javier Ramos Ventura

Introducción

Las mayores extensiones de terreno con ecosistemas acuáticos dulceacuícolas del país se encuentran en los estados del sureste, como Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, donde los pantanos de Tabasco y Campeche son considerados como las zonas no sólo de más superficie inundada del país, sino las reservas de plantas acuáticas más importante del área, ya que registran más de 60% de estas respecto a todo el país (Lot y Novelo 1988, Novelo 2006).

En Tabasco se observa una de las más importantes concentraciones de especies asociadas a los ambientes acuáticos. Más de un tercio de su flora se encuentra en los humedales, aunque estos representan solo 12% de la superficie de la entidad. No obstante, la cantidad de especies de plantas acuáticas conocidas está por debajo de los estados vecinos, como Oaxaca, Veracruz y Chiapas (en un análisis reciente se considera Tabasco ocupa el quinto lugar en cuanto a representantes acuáticos; se encuentra por después de Jalisco) los cuales, desde el punto de vista botánico, son más conocidos, por lo que se requiere más exploración en la entidad (Lot *et al*. 1998, Novelo y Ramos 2005, Novelo 2006).

Existen pocos estudios relacionados con la vegetación acuática que engloben el estado; los que hay se refieren a zonas muy localizadas, como los de Lundell (1942), Puig (1972), West *et al*. (1976) y López (1980). La obra más importante para conocer la flora estatal es la de Cowan (1983), quien publicó el primer listado florístico de la entidad, el cual es un punto de referencia de los trabajos posteriores, entre los que destacan los de Zamudio y Guadarrama (1985), Magaña (1988, 1992, 1995), López-Hernández y Maldonado (1992), López-Hernández (1993), López-Hernández y Pérez (1993), Ascencio (1994), entre otros. Otros trabajos relacionados con la flora y fauna del estado son los de Chávez y Garrido (1988), Garibay *et al*. (1988), Lot y Novelo (1988), Novelo y Lot (1988), Vargas (1988) y López y Zavala (1988).

De manera particular sobre la vegetación acuática relacionada con Tabasco se han publicado diversos trabajos florísticos y ecológicos, como los de Lot *et al*. (1980, 1986, 1999), López-Portillo (1982), Novelo (1984), Chávez (1986), Cálix (1990), Gallegos (1991), y Cálix *et al*. (1996). La publicación de Lot y Novelo (1990) acerca de los humedales arbolados de México representa el estudio más detallado de las zonas bajas e inundables del sureste del país, en particular de Veracruz, Tabasco y Campeche.

Hasta el momento, la zona mejor estudiada es la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, en la cual, debido a la gran diversidad de ambientes acuáticos, la flora parece estar mejor representada. Publicaciones como el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (INE 2000), los trabajos de Romero *et al*. (2000) y de Guadarrama y Ortiz (2000) refieren que la riqueza florística de la reserva representa 25% de la flora estatal y tiene la muestra florística más importante de humedales de México (Novelo 2006).

Aparentemente, las comunidades acuáticas reportadas en la reserva son un ejemplo de lo que debió haber existido en la amplia planicie costera del norte del estado.

Para entender las comunidades vegetales acuáticas de Tabasco se han considerado las adecuaciones hechas por Lot y Novelo (1990), que mantienen la clasificación propuesta por Miranda y Hernández X. (1963) para humedales arbolados, así como la de Lugo y Snedaker (1974) para manglares, en las que los autores reconocen diferencias sustanciales en cuanto a

Ramos V., L.J. 2019. La vegetación acuática. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 73-79.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la estructura del manglar de acuerdo con el hábitat, la influencia y movimiento de agua dulce, el efecto de las mareas, entre los factores más sobresalientes.

Para las comunidades de herbáceas se emplea la clasificación de formas de vida proporcionada por Novelo y Ramos (2005), ya que es un criterio fácil de observar y aplicar en gran cantidad de plantas (Novelo 2006). De tal forma que con estos parámetros se establece que en el estado existen nueve tipos de vegetación acuática que se describen a continuación y se complementan en el apéndice 8.

Comunidades arbóreas y arborescentes

Selva mediana inundable. Presenta dos tipos de comunidades que están separadas geográficamente. Una es llamada *canacoital* y la segunda *puckteal* (López 1980, Lot y Novelo 1990; figura 1).

Selva baja inundable. Se sitúa en zonas que se inundan de forma temporal o permanente debido a una deficiencia en el drenaje del suelo. Generalmente, los elementos que ahí se desarrollan forman comunidades puras, pero también pueden mezclarse dos o más especies (Ascencio 1994; figura 2).

Selva alta-mediana riparia. Su altura varía con la duración del hidroperiodo; en sitios mejor drenados alcanzan sus mayores alturas con alrededor de 30 m (López 1980, Lot y Novelo 1990). En el municipio Huimanguillo, Puig (1972) nombró a esta comunidad como *selva en galería* porque está compuesta por un estrato arbóreo de 20 a 30 m de alto y que las especies que dominan son *Vochysia guatemalensis* y *Terminalia amazonia*, por un estrato arbóreo bajo de 12 a 20 m de alto con *Xylopia frutescens*, *Miconia argentea,* etc., por un estrato arbustivo de 1 a 4 m de alto en el que domina las rubiáceas, malváceas, mirtáceas; así como por un estrato herbáceo discontinuo y pobre.

Bosque perennifolio ripario. Las especies que dominan son perennifolias y están adaptadas a vivir con la parte baja de los tallos sumergidos en el agua o soportar inundaciones gran parte del año; también se les pueden asociar una gran cantidad de plantas arbustivas y herbáceas en las áreas más abiertas del borde (Lot y Novelo 1990, Novelo y Ramos 2005; figura 3).

Manglar. En Tabasco se pueden encontrar dos tipos de mangle. 1) Manglar ribereño, que está dominado por el mangle colorado (*Rhizophora mangle*), ocupa franjas paralelas al río de hasta 20 m y tiene árboles con más de 10 m de altura. 2) Manglar de cuenca (figura 4), cuya especie dominante es el mangle colorado (*Rhizophora mangle*) y hacia la parte interna del manglar, en donde hay más salinidad, se pueden encontrar al mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y al mangle negro (*Avicennia germinans*); en la parte trasera, en suelos menos inundados, se llega a localizar el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*; Novelo y Ramos 2005).

Palmar inundable. Hay gran diversidad de palmas que pueden estar bien adaptadas a condiciones de inundación temporal o por largos periodos (Lundell 1942, Miranda y Hernández 1963, Lot y Novelo 1990). La palma más frecuente es la que forma los llamados localmente tasistales (*Acoelorraphe wrigthii*). Puig (1972) los citó como una comunidad muy común en la sabana de Huimanguillo, en suelos que quedan inundados hasta por 10 meses del año (figura 5).

Figura 1. a) Selva mediana inundable dominada por el puckté (*Bucida buceras*), y b) rama con botones florales de puckté (*Bucida buceras*). Fotos: A.D. Anacleto-Rosas (a), J.M. Sánchez Frías, archivo COVINSE (b).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Selva baja inundable dominada por el tinto (*Haematoxylum campechianum*). Foto: J.M. Sánchez Frías, archivo COVINSE.

Figura 3. Bosque perennifolio ripario dominado por el sauce (*Salix humboldtiana*). Foto: J.M. Sánchez Frías, archivo COVINSE.

Figura 4. Manglar de cuenca dominado por el mangle colorado (*Rhizophora mangle*). Foto: J.M. Sánchez Frías, archivo COVINSE.

Figura 5. Palmar inundable dominado por el jahuacte (*Bactris major*). Foto: J.M. Sánchez Frías, archivo COVINSE.

La otra especie que también se le encuentra en los palmares inundables es la palma espinosa, localmente conocida como jaguacte (*Bactris major*), citada por varios autores como *B. balanoidea* y *B. trichophylla*.

Comunidades arbustivas

Matorral inerme inundable. Corresponde a comunidades arbustivas frecuentemente dominadas por una sola especie. En Tabasco pueden considerarse tres comunidades: el julubal, donde predomina julubo (*Bravaisia berlanderiana*); a la segunda comunidad se le conoce localmente como mucal y en el estado presenta gran diversidad de especies que pertenecen al género *Dalbergia*, aunque para la presente contribución se les consideran dentro de este tipo de vegetación a las especies *D. glabra*, *D. browneii*, y *D. tabascana*; el mucal puede formar una línea pura de arbustos, crecer y trepar por entre las copas de los árboles riparios cercanos o formar una verdadera barrera vegetal de varios metros de espesor. Por último, existe el matorral dominado por el guayabillo (*Cephalanthus occidentalis*) como parte de este ecosistema (figura 6).

Matorral espinoso inundable. A esta vegetación pertenece una leguminosa favorecida por la perturbación humana que se le conoce localmente como zarza (*Mimosa pigra*). Otra especie es *Machaerium falciforme* que, al igual que la mucalería, comúnmente trepa los árboles y llega a cubrir gran parte del dosel (Novelo y Ramos 2005).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. Matorral inerme inundable dominado por el muco (*Dalbergia glabra*). Foto: J.M. Sánchez Frías, archivo COVINSE.

Comunidades herbáceas (vegetación herbácea acuática y subacuática)

Las comunidades de herbáceas están constituidas por seis formas de vida: las hidrófitas enraizadas emergentes son las más comunes en la vegetación acuática herbácea y a las cuales pertenecen los popales, los espadañales o tulares (figura 7), los sibales y los carrizales. Las hidrófitas enraizadas de hojas flotantes (figura 8), las hidrófitas enraizadas de tallos postrados, las hidrófitas enraizadas sumergidas (figura 9), las hidrófitas libre flotadoras y las hidrófitas libremente sumergidas, suelen formar manchones puros en los cuerpos de agua pero, en su mayoría, constituyen la flora que acompaña a las comunidades de hidrófitas emergentes.

Situación actual

La vegetación (comunidad de plantas) y flora acuática (composición de especies) de Tabasco es muy diversa, y está sustentada por la gran diversidad de hábitats y por un importante componente botánico adaptado a condiciones acuáticas. De acuerdo con el listado de la flora de la entidad (Cowan 1983), en el que se citan 2 147 especies, Novelo y Ramos (2005) establecen que la vegetación acuática y su flora asociada representa 31% de la flora estatal, con 664 especies de plantas vasculares.

La planicie costera es la mejor conocida florísticamente y es donde se encuentra la mayor diversidad de ambientes acuáticos y, por lo tanto, de más recursos bióticos adaptados a vivir en el agua. La parte oriental, donde se encuentra la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, es la que más conservada, ya que las perturbaciones por las actividades humanas son menores respecto a las de la parte occidental, además de que es un área donde se han llevado a cabo estudios encaminados a conocer la flora completa (López-Hernández y Maldonado 1992, Guadarrama y Ortiz 2000) y, en particular, la flora acuática (Novelo 2006).

Otras regiones que requieren exploración por la particularidad de su flora acuática son la del municipio Huimanguillo y la parte montañosa del sur de Tabasco; esta última debido a que sus ríos con aguas limpias, corriente permanente y suelos rocosos son adecuados para desarrollar plantas acuáticas (Puig 1972, Novelo y Ramos 2005).

Amenazas

Desde hace mucho tiempo, gran parte de la vegetación acuática de Tabasco ha sido impactada por las actividades petroleras. La principal acción que ha perjudicado de manera más severa a las comunidades acuáticas es la canalización, que consiste en construir canales para el drenado y desecado de cuencas o áreas de inundación (ríos, lagunas y pantanos). Los efectos de las actividades petroleras se ven reflejados en diversos aspectos, como en la disminución de las cuencas de inundación, así como en la pérdida de la vegetación natural y, por lo tanto, del hábitat para otros organismos acuáticos propios de la región.

La deforestación es un factor que se observa en todas las cuencas del estado, por lo que se considera una de las causas principales de la alteración en el equilibrio dinámico de los ecosistemas acuáticos y terrestres. En consecuencia, la erosión de los taludes de ríos y canales han provocado la pérdida de suelo, azolvamiento de lagunas y ríos, en donde el grado máximo de azolve ocasiona el cierre de la boca de las lagunas o que se formen isletas con vegetación, lo cual impide la entrada a estas lagunas, así como el flujo adecuado de las corrientes de agua que descargan los ríos con las consecuentes inundaciones de las planicies.

Las prácticas de tala y quema de la vegetación original para dedicar extensas áreas a las actividades ganaderas, así como la colonización de las áreas drenadas, han continuado degradando el medio ambiente, aspecto que se puede observar en la vegetación mediante la presencia de árboles de mangle muertos en pie, o con plagas de insectos en sus hojas nuevas, o con invasiones

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. Comunidad de hidrófitas enraizadas emergentes dominada por el espadañal (*Typha domingensis*) y en el extremo derecho popal (*Thalia geniculata*). Foto: J.M. Sánchez Frías, archivo CONVINSE.

Figura 8. a) Comunidad de hidrófitas enraizadas de hojas flotantes dominada por la hoja de sol (*Nymphaea ampla*), y b) flor de *Nymphaea ampla*. Fotos: H.M. González-Orduña (a) y J.M. Sánchez Frías, archivo COVINSE (b).

Figura 9. Comunidad de hidrófitas enraizadas sumergidas dominada por la cintilla (*Vallisneria americana*). Foto: H.E. Montalvo-Urgel.

de plantas trepadoras en un gran número de árboles de mangle y riparios.

Como resultado de esas alteraciones se ha acelerado la disminución de las diversas plantas acuáticas o el dominio de una o dos especies con comportamiento malezoide en las lagunas y pantanos, así como la extinción de algunas formas de vida de las acuáticas herbáceas (hidrófitas de hojas flotantes, hidrófitas libremente sumergidas e hidrófitas enraizadas sumergidas), las cuales proporcionan abrigo, alimento y anidación para gran cantidad de organismos (Sculthorpe 1985, Enriquez 1997, Challenger 1998, Guerra 2003, García *et al.* 2006).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión y recomendaciones

Es urgente implementar amplios programas de restauración ecológica en los ambientes acuáticos; de no hacerlo, en un futuro no muy lejano, veremos que los efectos producidos por la deforestación, canalización y contaminación de la vegetación acuática alcanzarán a todos los organismos que dependen de ella, incluso a las poblaciones humanas.

Aún es tiempo de organizar, planear y llevar a cabo, en coordinación con las poblaciones ligadas a estos ambientes acuáticos, las prácticas de protección, conservación y aprovechamiento de los recursos acuáticos de la entidad. Un hecho que ha contribuido a este fin es el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, la cual comprende dos tercios de los humedales del estado y es considerada el museo vivo de plantas acuáticas más importante de México y Mesoamérica (Novelo 2006), y actualmente está adscrita como un sitio Ramsar de importancia mundial.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta es la educación ambiental, la cual debe rescatar el conocimiento tradicional de uso y la propagación de especies nativas y útiles, cuyo hábitat esté en peligro de desaparecer. Esto podría llevarse a cabo con la creación de jardines botánicos con colecciones de plantas acuáticas.

No obstante que en la entidad se tiene un amplio conocimiento de la vegetación acuática y su riqueza florística asociada, aún faltan regiones por explorar, por lo que es urgente implementar un amplio programa de exploración y colecta, así como de medidas que eviten o reduzcan el impacto de las actividades humanas sobre los ambientes acuáticos.

Referencias

Ascencio R., J.M. 1994. *Estructura y composición florística de una selva baja inundable de Pachira aquatica Aubl. (apompal) en Ogarrio, Huimanguillo, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. UJAT, México.

Cálix, H. 1990. *Flora y vegetación hidrófita de Nacajuca, Tabasco.* Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Posgraduados, Estado de México.

Cálix, H., A. Novelo y S. Koch. 1996. Vegetación de zonas inundables de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 12:28-40.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro.* CONABIO/Instituto de Biología-UNAM/Agrupación Sierra Madre, México.

Chávez, H.L.E. 1986. *Estudio de las dicotiledóneas acuáticas y subacuáticas de los estados de Tabasco y Quintana Roo, México*. Servicio Social. UAM-Iztapalapa, México.

Chávez, L.M. y F. Garrido. 1988. Importancia de las pesquerías en los humedales. En: *Memoria del Simposio Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. División Regional Tabasco-INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 31-38.

Cowan, C. P. 1983. *Flora de Tabasco. I. Listados Florísticos de México*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Enríquez, G. C.1997. *Geomorfología e Impacto ambiental en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras-UNAM, México.

Gallegos, M.E. 1991. *Impacto de las actividades petroleras sobre la vegetación de la cuenca media y baja del río Tonalá, México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

García, L.E, J. Zavala y D.J. Palma. 2006. Caracterización de las comunidades vegetales en un área afectada por derrames de hidrocarburos. *Tierra Latinoamericana* 24(1):17-26.

Garibay, O.C., E. López-Hernández, C. Barrera *et al*. 1988. Recursos naturales y sociedad campesina en los pantanos de Centla, Tabasco, México. En: *Memoria del Simposio Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. División Regional Tabasco-INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 651-665.

Guadarrama, M.A. y G. Ortiz G. 2000. Análisis de la flora de la Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 15:67-104.

Guerra, M.A.S. 2003. *Efecto del fuego sobre la vegetación herbácea en los pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UAM-Iztapalapa, México.

INE. Instituto Nacional de Ecología. 2000. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, México*. México.

López, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

López, P.R. y J. Zavala. 1988. Impacto de la industria petrolera en zonas inundables del estado de Tabasco. En: *Memoria del Simposio Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva.* Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 637-643.

López-Hernández, E.S. 1993. Aspectos de la vegetación de los pantanos del municipio de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 10:43-56.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

López-Hernández, E.S. y F. Maldonado. 1992. Lista florística de los pantanos del Delta Grijalva-Usumacinta en el municipio de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 9:48-58.

López-Hernández, E.S. y C. Pérez. 1993. *Guía para la interpretación de la naturaleza en los pantanos de Centla, Tabasco*. UJAT, Tabasco.

López-Portillo, J. 1982. *Ecología de manglares y de otras comunidades de halófitas en la costa de la Laguna de Mecoacán, Tabasco*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Lot, H.A. y A. Novelo. 1988. El pantano de Tabasco y Campeche: la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica. En: *Memoria del Simposio Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. División Regional Tabasco-INIREB/ Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 537-547.

Lot, H.A. y A. Novelo. 1990. Forested wetlands of Mexico. En: *Forested wetlands of the world*. A.E. Lugo, M.M. Brinson y S. Brown (eds.). Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam, pp. 287-298.

Lot, A., A. Novelo, y C.P. Cowan. 1980. Hallazgo en México de una Euforbiacea acuática originaria de Sudamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 39: 83-89.

Lot, H.A., A. Novelo y P. Ramírez-García. 1986. *Angiospermas acuáticas mexicanas 1. v. Listados Florísticos de México*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Lot, H.A., A. Novelo y P. Ramírez-García. 1998. Diversidad de la flora acuática mexicana. En: *Diversidad biológica de México: Oorígenes y distribución*. Instituto de Biología-UNAM, México, pp. 563-578.

Lot, H.A., A. Novelo, M. Olvera y P. Ramírez. 1999. *Catálogo de angiospermas acuáticas de México. Hidrófitas estrictas emergentes, sumergidas y flotantes*. Cuadernos 33. Instituto de Biología-UNAM, México.

Lugo, A.E. y S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review Ecology Systematic* 5:39-64.

Lundell, C.L. 1942. Flora of eastern Tabasco and adjacent mexican areas. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 8:1-74.

Magaña, M.A. 1988. *Vegetación de la laguna de Las Ilusiones*. DACBiol-UJAT, México.

——. 1992. *Los helechos de Tabasco*. DACBiol-UJAT, Tabasco.

——. 1995. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas de Tabasco*. DACBiol-UJAT, México.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-129.

Novelo, A. 1984. Registros nuevos de plantas acuáticas mexicanas II: *Luziola subintegra* Swallen y *L. Sprucena* Benth. Ex Doell. (Gramineae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 46:90-91.

Novelo, R.A. y A. Lot. 1988. Importancia de la vegetación acuática en los ecosistemas naturales. En: *Memoria del Simposio Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. División Regional Tabasco-INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 5-14.

Novelo, R. A. 2006. *Plantas acuáticas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C., México.

Novelo R., A. y L.J. Ramos. 2005. Vegetación acuática. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Alvarez y S. Santiago (eds). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 111-144.

Puig, H. 1972. La sabana de Huimanguillo, Tabasco, México. En: *Memorias del 1er Congreso Latinoamericano y v Mexicano de Botánica*. Sociedad Botánica de México, México.

Romero, G.J., C.A. García, A. Bautista y P. Pérez. 2000. Caracterización de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia* 15:15-28.

Sculthorpe, C.D. 1985. *The biology of aquatic vascular plants*. Edward Arnold, Londres.

Vargas, G.L. 1988. Los mayas, manglares, pantanos y marismas. En: *Memoria del Simposio Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

West, R.C., N.P. Psuty y B.G. Thom. 1976. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Gobierno del Estado de Tabasco/Instituto de Cultura de Tabasco, Villahermosa.

Zamudio, S. y Guadarrama, M.A. 1985. La vegetación actual de la cuenca del río Usumacinta en el estado de Tabasco. En: *Usumacinta*. Secretaría de Cultura y Recreación/Dirección de Investigación (DESIC)/Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 9-75.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Vegetación de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán

Ofelia Castillo Acosta, Joel Zavala Cruz, Luisa Cámara Cabrales, María Isabel Palomeque Martínez, Israel Contreras Rodríguez, Humberto Hernández Trejo, Josué Canul Hernández, Ana Linda García Pérez, Carolina Zequeira Larios y Sara Valenzuela Izquierdo

Introducción

La Reserva Ecológica Cascadas de Reforma (RECR) tiene vegetación típica de las planicies aluviales[1] de la zona este de Tabasco. Fue decretada por el Gobierno de Tabasco en 2002 y se localiza en el municipio Balancán. Sus coordenadas geográficas son 17° 43' y 17° 47' N y 91° 16' y 91° 25' O. Tiene una superficie de 5 748.3 ha que comprende dos regiones ecogeográficas:[2] terraza[3] y planicie fluvial de corrientes alóctonas[4] (Ortiz *et al.* 2005). La primera consiste de lomeríos cársticos[5] con elevaciones de 12 a 50 msnm; la segunda es un valle aluvial de fondo plano situado entre 7 y 28 msnm formado por tectonismo y relleno con sedimentos del río San Pedro (Ortiz *et al.* 2005). Se sitúa en la cuenca del río Usumacinta y en la subcuenca del río San Pedro (INEGI 2001).

Este río nace en el petén Guatemalteco y, en México, generalmente tiene un patrón recto, pero en la reserva adopta un patrón de drenaje anastomosado[6] con meandros, lagunas y cauces abandonados que luego desemboca en el río Usumacinta. El clima es cálido húmedo con lluvias en verano Am(w)"(i)g, con precipitación promedio anual de 1 548.8 mm y una temporada de secas de enero a abril. La temperatura media anual es de 26.7°C (García 2004). El objetivo del estudio consistió en caracterizar los tipos de vegetación y su relación con el suelo de la Reserva Cascadas de Reforma, Balancán.

Método y área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la zona centro de la RECR, en una superficie de 994.7 ha (17.3% de la reserva; figura 1). El mapa de vegetación se elaboró mediante la fotointerpretación de tonos y textura de ortofotomapas de los años 2000 y 2005 a escala 1:25 000, con el apoyo de un sistema de información geográfica (programa ArcView 2003) y la verificación de campo en diversos sitios de cada tipo de vegetación y uso del suelo.

Se describieron perfiles de suelos, uno en acahual[7] de 25 años y dos en pastizales. Los análisis de laboratorio y la caracterización física y química se basaron en la NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT 2002), y la clasificación se hizo de acuerdo con la *Base referencial mundial del recurso suelo* (IUSS *et al.* 2007). El inventario de la vegetación consistió en recolectar material botánico, herborizar y determinar las especies con el apoyo de claves taxonómicas (Pennington y Sarukhán 2005). Se cotejaron los ejemplares en los herbarios estatales CSAT y UJAT, y los herbarios virtuales MO, NY, KEW y GH (Palomeque 2009, Valenzuela-Izquierdo 2010).

[1] Relieve que contiene un cauce y que puede ser inundado ante una eventual crecida de sus aguas.
[2] Unidad del terreno relativamente homogénea que presenta un mismo tipo de relieve, arreglo regular de la red hidrográfica, e integra a la geología, el suelo y la vegetación.
[3] Paisaje de lomeríos suaves que resultan de procesos denudatorio-erosivos en una amplitud del relieve de 20 a 50 m.
[4] Corrientes fluviales que tienen patrón de meandros inestables. Se localizan en planicies fluviales de origen tectónico, situadas entre bloques terraza.
[5] Elevaciones del terreno de poca altura, normalmente de forma redondeada, originadas por meteorización química de la roca caliza.
[6] Patrón de drenaje que presenta varios lechos de ríos en una estructura trenzada.
[7] Vegetación secundaria que se desarrolla después de haber sido perturbada la selva.

Castillo-Acosta, O., J. Zavala-Cruz, L.C. Cámara Cabrales, M.I. Palomeque M., I. Contreras R., H. Hernández-Trejo, J. Canul Hernández, A.L. García Pérez, C. Zequeira-Larios y S. Valenzuela Izquierdo. 2019. Vegetación de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 80-85.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Suelos

Fluvisol gléyico (calcárico éutrico) FLgl (caeu)[8] y Vertisol gléyico mólico (calcárico hiperéutrico) VRglmo (cahe)[9] (García-Pérez 2009). El Fluvisol Gléyico se ubica en la planicie fluvial, en asociación con vegetación de acahual de tinto y pastizales, tiene textura arcillo limosa a arcillosa y se inunda o presenta manto freático elevado en la época de lluvias. El Vertisol se localiza en terrazas con pastizales y su drenaje interno es moderado.

Los dos suelos son profundos, tienen pH medianamente alcalino y su conductividad eléctrica (CE) indica que no hay salinidad; presentan un horizonte A superficial y un horizonte C subyacente que varían en sus contenidos nutrimentales de altos a bajos en materia orgánica (MO), van de muy ricos a muy pobres en nitrógeno (N), medios a bajos en fósforo (P), medios a altos en capacidad de intercambio catiónico (CIC), altos en calcio (Ca), medios a altos en magnesio (Ma) y pobres en potasio (K; cuadro 1).

El horizonte A del Fluvisol con acahual de 25 años presentó 31.9% más MO en comparación con el Fluvisol con pastizal, y 50% más MO respecto al Vertisol de la terraza con pastizal. De igual manera, el horizonte C mostró 14.3 y 42.8% más MO en el Fluvisol del acahual en comparación con el Fluvisol y Vertisol con pastizal.

Esta diferencia indica que el suelo con vegetación es más rico en MO que el de pastizal (García-Pérez 2009, Castillo-Acosta *et al.* 2011a; cuadro 2) debido a la mayor aportación de hojarasca y a su posterior transformación en MO. Visto de otra manera, el suelo con pastizal presentó degradación química ocasionada por la eliminación de la selva y los acahuales viejos.

Vegetación

La zona de estudio tiene una superficie cubierta con vegetación en 52.5%, destacan la selva mediana perennifolia de puckté (*Bucida buceras*; 21.7%), la selva baja perennifolia de tinto (*Haematoxylum campechianum*; 12.2%), acahual bajo (7.9%), acahual medio (6.6%) y matorral bajo (4.1%). El área restante consiste en usos del suelo de pastizal cultivado (39.8%), cuerpos de agua (4.9%), zona turística (0.1%) y zona arqueológica (0.2%; Canul-Hernández 2009, Castillo-Acosta *et al.* 2011b).

La selva mediana perennifolia de puckté (*B. buceras*; figura 2) se se encuentra en fragmentos de los márgenes del río San Pedro, los árboles que dominan son gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*) y caracolillo (*Ormosia macrocalyx*), cuya altura del dosel superior[10] es de hasta 30 m. La selva baja perennifolia de tinto (*H. campechianum*; figura 3) se desarrolla en la planicie fluvial baja del río San Pedro, en la zona que sufre más tiempo de inundación; ahí prosperan las especies jahuacte (*Bactris baculifera*) y crucetillo (*Randia aculeata*). En el acahual de tinto de 25 años domina el tinto (*H. campechianum*; figura 4), en asociación con las especies lecherillo (*Tabernamontana alba*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y gusano (*L. guatemalensis*; Contreras-Rodríguez 2009).

En el acahual de 20 años domina la sierrilla (*Eugenia capuli*) asociada con gusano (*L. guatemalensis*) y crucetillo grueso (*R. thurberi*), y en el acahual de 10 años domina el guácimo (*G. ulmifolia*) en asociación con majahua (*Hampea nutricia*) y huizache (*Acacia cornigera*). En el acahual de puckté (*B. buceras*; figura 5), además de la especie que le da su nombre, se

[8] Suelo que tiene material flúvico que corresponde a sedimentos fluviales entre 25 y 50 cm de profundidad, condiciones reductoras, y un patrón de color gléyico, material calcárico entre 20 y 50 cm de profundidad, y porcentaje de saturación de bases mayor a 50%.

[9] Suelo que tiene un horizonte vértico dentro de los 100 cm de la superficie del suelo; un horizonte mólico grueso, bien estructurado, oscuro y moderado a alto contenido de materia orgánica; condiciones reductoras y un patrón de color gléyico; material calcárico entre 20 y 50 cm de profundidad; y saturación con bases de 50% o más en todo el espesor entre 20 y 100 cm de profundidad y 80% o más en alguna capa dentro de 100 cm de profundidad.

[10] Árboles del estrato más alto de la selva.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

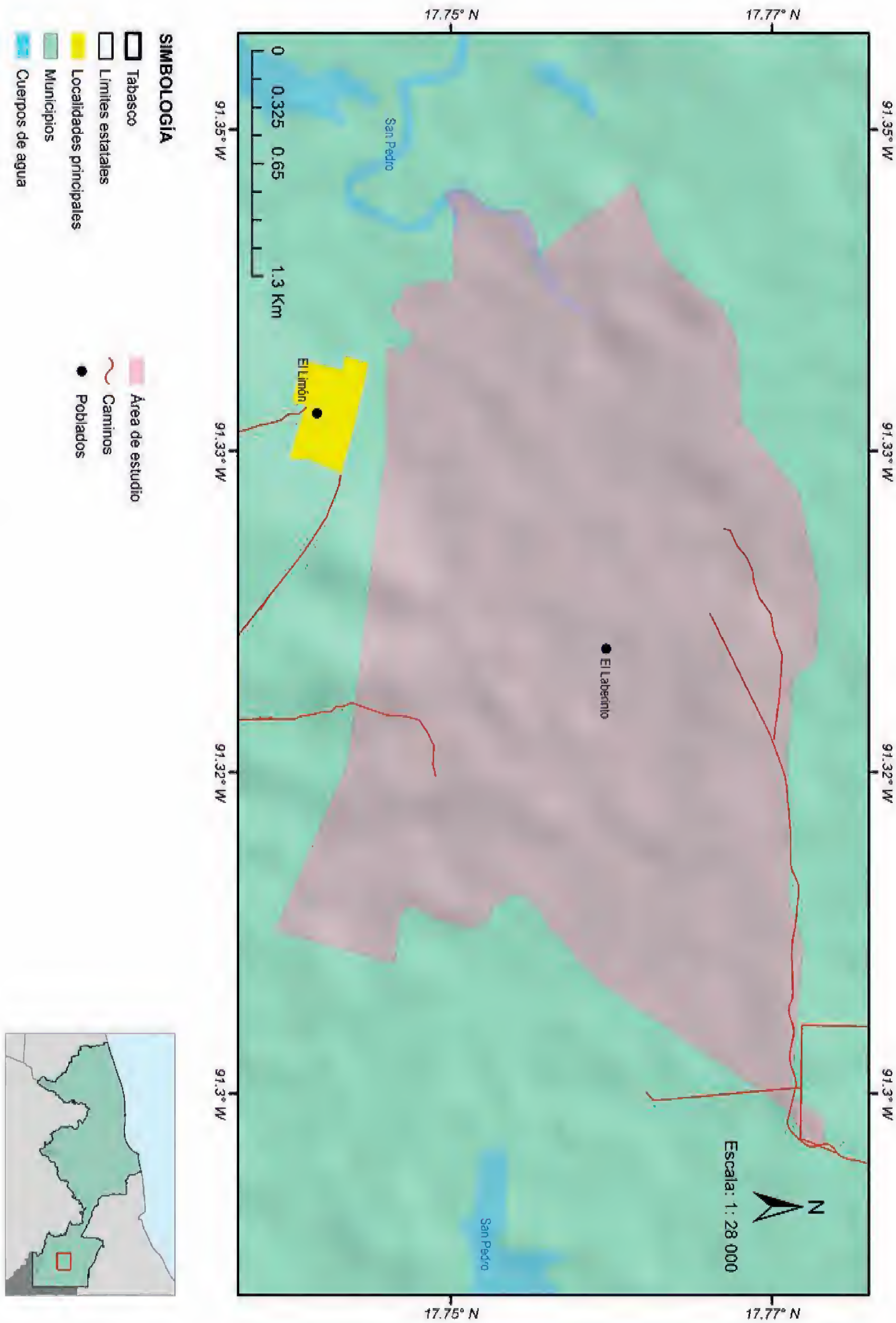


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas en Fluvisol gléyco (calcárico éutrico) (FLgl(caeu)) y Vertisol gléyco mólico (calcárico hiperéutrico) (VRglmo(cahe)).

Suelo	Horiz.	Profundidad (cm)	pH(H_2O) rel 1:2	CE dS/m	MO	N	P Olsen mg/kg	K	Ca	Mg	Na	CIC	PSB %	R	L	A	Clasificación textural
					%			cmol (+)/kg						(%)			
FLgl(caeu) Acahual 25 años																	
	A	0-17	7.7	0.0	7.2	0.3	9.4	0.16	57.3	2.99	0.15	23	263	55	38	7	Arcilla
	Cg1	17-27	8.1	0.0	2.4	0.1	3.4	0.04	53.9	2.09	0.09	14	401	63	36	1	Arcilla
	Cg2	27-67	8.2	0.0	1.3	0.1	2.3	0.01	38.2	1.69	0.08	11	363	62	37	1	Arcilla
	Cg3	67-97	8.2	0.0	0.9	0.0	2.0	0.01	41.8	1.76	0.08	12	364	59	40	1	Arcilla
	Cg4	97-117	8.2	0.0	0.9	0.0	1.0	0.01	51.7	2.44	0.11	19	286	67	32	1	Arcilla
FLgl(ca) Pastizal																	
	Ap	0-15	7.9	0.2	4.9	0.3	5.7	0.15	48.3	0.97	0.06	18	275	51	45	4	Arcilla limosa
	Cg1	15-31	8.3	0.1	2.0	0.1	2.9	0.04	45.2	0.64	0.04	12	383	54	43	3	Arcilla limosa
	Cg2	31-54	8.5	0.1	1.1	0.1	1.5	0.02	43.5	0.53	0.04	12	367	52	41	7	Arcilla limosa
	Cg3	54-92	8.5	0.1	0.9	0.1	1.1	0.02	42.1	0.72	0.06	14	306	52	45	3	Arcilla limosa
	Cg4	92-117	8.5	0.1	0.9	0.0	1.2	0.02	47.1	0.9	0.05	13	370	54	43	3	Arcilla limosa
VRglmo(cahe)Pastizal																	
	Ap	0-22	8.1	0.2	3.6	0.3	5.1	0.30	80.4	1.51	0.13	41	201	66	15	19	Arcilla
	C1	22-40	8.3	0.1	2.1	0.1	2.2	0.09	67.8	1.1	0.21	39	178	66	15	19	Arcilla
	Cg1	40-80	8.4	0.1	0.5	0.1	2.3	0.05	86.5	0.77	0.41	39	225	66	15	19	Arcilla
	Cg2	80-117	7.8	1.9	0.2	0.0	ND	0.03	76.5	0.61	1.03	26	301	58	17	25	Arcilla
	Cg3	117-122	8.2	0.3	0.4	0.0	0.8	0.04	70.8	0.95	1.31	40	183	72	11	17	Arcilla

Abreviaturas: pH = Potencial de hidrógeno; CE = Conductividad eléctrica; N = Nitrógeno total; MO = Materia orgánica; P = Fósforo aprovechable; K = Potasio intercambiable; Ca = Calcio intercambiable; Mg = Magnesio intercambiable; Na = Sodio intercambiable; CIC= Capacidad de intercambio catiónico; R = Arcilla; L = Limo; A = Arena. Fuente: García-Pérez 2009.

Cuadro 2. Cantidad de materia orgánica (MO) en Fluvisol con acahual y Fluvisol y Vertisol con pastizal.

Suelo	Porcentaje de MO	
	Horizonte A	Horizonte C
Fluvisol de planicie con acahual	7.2	1.4
Fluvisol de planicie con pastizal	4.9	1.2
Vertisol de terraza con pastizal	3.6	0.8

Fuente: elaboración propia con datos de García-Pérez 2009.

encuentran guácimo (*G. ulmifolia*) y lecherillo (*T. alba*; Contreras-Rodríguez *et al.* 2009, Palomeque *et al.* 2011a). Los matorrales de mucal (*Dalbergia brownei*) se desarrollan especialmente en las márgenes del río San Pedro y en arroyos de la planicie fluvial, en áreas discontinuas y de poca extensión, cuyo origen se debe a la perturbación de las selvas por tala y quema.

En el área estudiada se determinaron 14 familias, 25 géneros y 28 especies (apéndice 9). La familia Fabaceaa presentó el mayor número de géneros (cinco) y especies (seis), seguida de Arecaceae, Rubiaceae y Malvaceae con tres géneros y tres especies cada una. Las familias Apocynaceae y Euphorbiaceae presentaron dos géneros y dos especies, respectivamente, y la familia Myrtaceae un género y dos especies. El resto de las familias tuvieron un género y una especie (Palomeque *et al.* 2011b). La reserva es el lugar tipo de las especies *Gilibertia matudae* (ahora sinónimo de *Dendropanax arboreus*), *Parmentiera parvifora*, *Sickingia mollis*, *Amphitecna apiculata*, *Mouriri gleasoniana*, *Nectandra tabacensis* y *Spathiphyllum lacustre*.

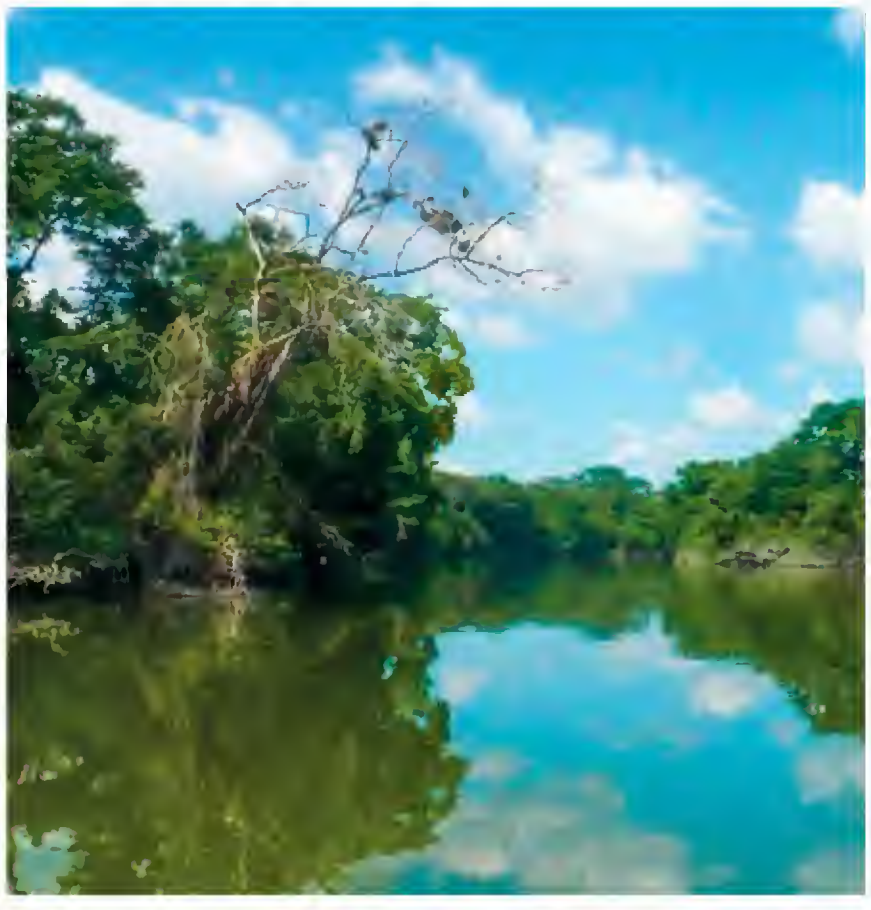


Figura 2. Selva mediana perennifolia de puckté (*B. buceras*) en las márgenes del río San Pedro. Foto: Joel Zavala Cruz.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

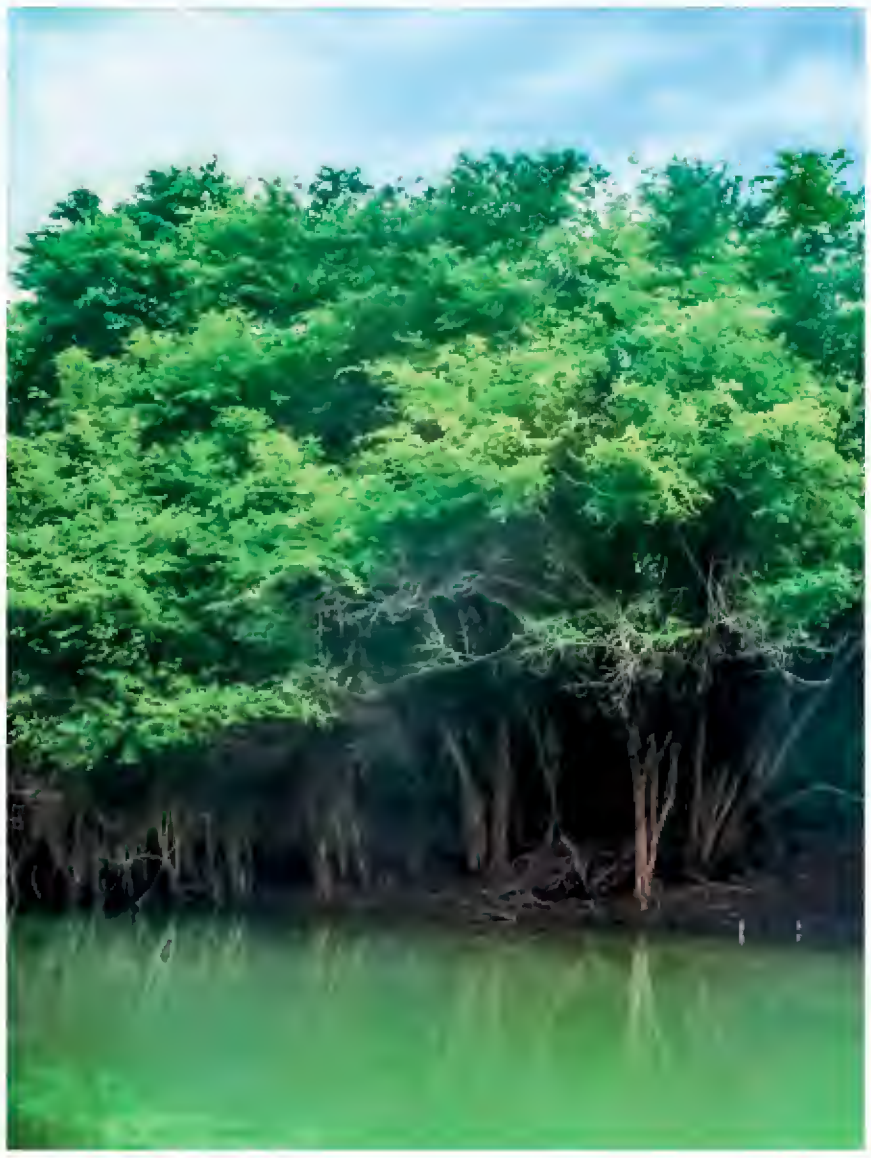


Figura 3. Selva baja perennifolia de tinto (*H. campechianum*) en la planicie de inundación del río San Pedro. Foto: Joel Zavala Cruz.

Figura 4. Acahual de tinto de 25 años en la planicie de inundación del río San Pedro. Foto: Joel Zavala Cruz.

Figura 5. Acahual de puckté (*B. buceras*) en las márgenes del río San Pedro. Foto: Joel Zavala Cruz.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión y recomendaciones

La Reserva Ecológica Cascadas de Reforma contiene varios tipos de vegetación representativos de la planicie fluvial carbonatada del río San Pedro. A pesar del avance de la frontera agropecuaria, alberga una importante riqueza de tipos de vegetación que contribuyen a conservar y desarrollar los suelos. Estos recursos deben ser estudiados, conservados y manejados en forma sustentable, en beneficio de los habitantes ribereños.

Referencias

Canul-Hernández, J. 2009. *Distribución espacial de la vegetación y uso del suelo de la zona centro de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco*. Tesina de licenciatura en ingeniería ambiental. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Castillo-Acosta, O., J. Zavala-Cruz y A.L. García-Pérez. 2011a. Efecto de la vegetación secundaria en los nutrimentos de los Fluvisoles del río San Pedro, Balancán, Tabasco. En: *Resúmenes de restauración ecológica del Primer Encuentro de Investigación en la Región Usumacinta*. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Castillo-Acosta, O., J. Canul-Hernández, I. Palomeque *et al*. 2011b. Vegetación y uso del suelo de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco. En: *Resúmenes de Biodiversidad de las Memorias del Primer Encuentro de Investigación en la Región Usumacinta*. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Contreras-Rodríguez, I. 2009. *Estructura y composición florística de acahuales de selva baja perennifolia en la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco*. Tesina de licenciatura en biología. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Contreras-Rodríguez, I., I. Palomeque, J. Canul-Hernández *et al*. 2009. Vegetación y uso del suelo en la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco. En: *Memorias VII Congreso Nacional sobre Áreas Naturales Protegidas de México*,.San Luis Potosí.

Galindo, A., A. Ruíz, A.S. Zenteno *et al*. 2000. *Diagnóstico integral de las Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco: sustento técnico de la propuesta de decreto de un área natural protegida*. DACBiol-UJAT/Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kôpen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Instituto de Geografía-UNAM, México.

García-Pérez, A. 2009. *Propiedades físicas y químicas de los suelos con vegetación natural y uso agropecuario en la Reserva Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco*. Tesina de licenciatura de biología. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Síntesis de información geográfica del estado de Tabasco. INEGI, Aguascalientes.

IUSS, ISRIC y FAO. 2007. Base referencial mundial del recurso suelo. Primera actualización traducida al español por Mabel Susana Pazos. Informe sobre recursos mundiales de suelos No. 103. FAO, Roma.

Ortiz, M.A., C. Siebe y S. Kram. 2005. Diferenciación ecogeográfica de Tabasco. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 305-322.

Palomeque, M.I. 2009. *Inventario florístico de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco*. Tesina de licenciatura en biología. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Palomeque, M.I., I. Contreras-Rodríguez, O. Castillo-Acosta *et al*. 2011a. Vegetación y uso del suelo de la Reserva Ecológica Cascada de Reforma, Balancán, Tabasco. *Kuxulkab'* 17 (32): 49-61.

Palomeque, M.I., I. Contreras-Rodríguez, O. Castillo-Acosta *et al*. 2011b. Inventario florístico de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco. En: *Resúmenes de Biodiversidad del Primer Encuentro de Investigación en la Región Usumacinta*. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Penninghton, T.D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. UNAM/FCE, México.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Publicada el 14 de agosto de 2001 en el Diario Oficial de la Federación. Ultima reforma publicada el 23 de abril del 2003.

Valenzuela-Izquierdo, S. 2010. *Descripción de comunidades vegetales acuáticas e inundables en la Reserva Cascadas de Reforma en Balancán, Tabasco*. Tesina de licenciatura en ecología. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Patrón de diversidad en comunidades hidrófitas emergentes en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla

María del Carmen Jesús García, Humberto Hernández Trejo, Miguel Campos Hervert y Alma Deysi Anacleto Rosas

Introducción

En su mayor parte, Tabasco es una planicie de inundación en la cual se desarrollan diversos tipos de humedales que cubren 27.76% del territorio. El humedal con mayor superficie es el palustre (20.72%), llamado también *pantano de agua dulce*. Con una menor superficie están los humedales costeros (3.9%), lacustres (1.7%) y ribereños (1.37%; Barba *et al*. 2006). Los humedales son ambientes que se caracterizan por presentar vegetación que se acopla a la dinámica del régimen hidrológico (Escutia-Lara *et al*. 2009).

Las comunidades vegetales establecidas en los humedales se adaptan para tolerar condiciones de hipoxia e inundación (Berlanga-Robles *et al*. 2008). Las comunidades acuáticas herbáceas son las de mayor cobertura y, como parte de este grupo, las hidrófitas enraizadas emergentes son la forma de vida más común (Novelo 2006). En general, las comunidades hidrófitas mantienen un patrón monodominante en apariencia; por ejemplo, chintulillares (figura 1), sibales (figura 2), espadañales (figura 3) y popales (figura 4), en las que dominan las especies *Cyperus articulatus*, *Cladium jamaicense*, *Typha latifolia* y *Thalia geniculata* respectivamente; además, imprimen una aparente homogeneidad al paisaje y determinan la fisonomía de estas comunidades.

En estos ambientes suceden cambios cíclicos que se reflejan en la composición florística y en los patrones de diversidad que están determinados, fundamentalmente, por la temporalidad, por periodos hidrológicos y por el fuego. Este último es el factor de disturbio más importante en estas áreas.

Con base en lo anterior, en la presente contribución se planteó conocer la dinámica de las comunidades de hidrófitas (en este caso de hidrófitas emergentes) durante las temporadas de secas y lluvias. Para ello se seleccionaron dos localidades, Bitzal en el municipio Macuspana y San Isidro en Centla, ambas pertenecen a la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. El estudio se enfocó en comparar la diversidad y la biomasa aérea y fue llevado a cabo en el periodo de 2008 a 2009.

Método

Para la caracterización de las hidrófitas emergentes se establecieron dos transectos de 300 m de longitud por localidad. En cada uno se trazaron dos cuadros de 2 x 2 m cada 100 m, lo que hacen 12 cuadros por localidad; en cada cuadro se identificaron y se contaron los individuos de las especies encontradas.

Para estimar la biomasa vegetal aérea se cosecharon y se pesaron, en fresco, todas las especies del cuadro. De cada una se tomó una muestra fresca de entre 1 y 2 kg para secarla y obtener el peso en seco. Con este método se midieron variables como riqueza, abundancia, densidad y biomasa y se calcularon los valores del Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') de las localidades estudiadas (Moreno 2001).

Para analizar la información, se aplicó una prueba de *t* de Hutchenson y con ello se contrastaron los valores de H' entre temporadas para cada localidad, y así se estableció la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los valores de H', con una probabilidad de 95% ($p < 0.05$; Brower *et al*. 1998, Zar 1999).

Jesús-García, M.C., H. Hernández-Trejo, M. Campos Hervert y A.D. Anacleto-Rosas. 2019. Patrón de diversidad en comunidades hidrófitas emergentes en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 86-91.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Chintulillar (*Cyperus articulatus*). Foto: María del Camen Jesús García.

Figura 2. Sibal (*Cladium jamaicense*). Foto: María del Carmen Jesús García.

Figura 3. Espadañal (*Typha latifolia*). Foto: María del Carmen Jesús García.

Figura 4. Popaleria (*Thalia geniculata*). Foto: María del Carmen Jesús García.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resultados

Como parte de la composición florística de las localidades estudiadas, se encontraron 28 especies repartidas en 24 géneros y 20 familias; de estas, dos especies no se identificaron, aunque sí se incluyeron en el análisis.

Del total de especies registradas, 16 corresponden a la localidad Bitzal (apéndice 10) y 17 a la localidad San Isidro (apéndice 11). Durante el periodo evaluado, la mayor riqueza de especies se registró, principalmente, en la temporada de lluvias para ambas localidades. En el caso de Bitzal (cuadro 1), fue en el 2008 cuando se observaron las principales diferencias, al igual que para San Isidro (cuadro 2), sólo que en 2009.

En general, son bajos los valores de diversidad obtenidos y comparados con los valores de equitatividad para ambas localidades (cuadro 3).

Se compararon los valores calculados del Índice de Shannon (H') durante temporadas del mismo año y entre las mismas temporadas de años diferentes (cuadro 4). Se encontró que, para el caso de Bitzal, fueron diferentes en todas las temporadas; por el contrario, en San Isidro, dicho índice no presentó diferencias al comparar por temporadas distintas; no obstante, al equiparar entre las mismas temporadas, sí se hallaron diferencias (cuadro 4).

Respecto a la biomasa área, en la localidad Bitzal se observó que en las temporadas de secas y lluvias del 2008, los valores de biomasa (g/m^2/año) fueron similares; sin embargo, la biomasa disminuyó en la época de lluvias del 2008, a diferencia de las temporadas de secas y lluvias del 2009 en las que incrementó considerablemente la biomasa (figura 5). Por el contrario, en San Isidro, el peso seco varía entre temporadas y entre años, y el mayor correspondió a las temporadas de secas del 2008 y lluvias del 2009 (figura 6).

Discusión

En la composición y el recambio de especies fue diferente la variación en ambas localidades, entre temporadas y años, lo cual puede deberse a la fenología de las especies y heterogeneidad de cada sitio y a factores como el cambio en el uso del suelo; sin embargo, fisonómicamente la vegetación es poco variable debido a la permanencia de las especies que dominan (Escutia-Lara *et al.* 2009).

Dichas especies (entre las cuales se pueden mencionar *Cyperus articulatus*, *Persicaria acuminata*, *Typha latifolia*, *Thalia geniculata* y *Ludwigia octovalvis*) presentan varias estrategias reproductivas, como su alta producción y potencial para formar bancos de semillas, gran plasticidad reproductiva y vegetativa, así como su importante aporte de biomasa (Fernández-Aláez *et al.* 2004), lo que les permite tolerar condiciones adversas (inundación, sequía, salinidad, entre otras) o eventos catastróficos como el fuego.

Cuadro 1. Presencia de las especies registradas en la localidad Bitzal, Macuspana.

Familia	Género	Especie	Forma biológica	2008		2009	
				Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Amaranthaceae	*Amaranthus*	*australis*	Hierba			•	•
Asteraceae	*Gymnocoronis*	*latifolia*	Hierba			•	
Cyperaceae	*Cyperus*	*articulatus*	Hierba	•	•	•	•
Leguminosae	*Machaerium*	*falciforme*	Bejuco		•	•	•
Leguminosae	*Mimosa*	*pigra*	Arbusto	•	•	•	•
Leguminosae	*Sesbania*	*herbacea*	Hierba			•	
Malpighiaceae	*Heteropterys*	*laurifolia*	Arbusto		•		
Nymphaeaceae	*Nymphaea*	*ampla*	Hierba		•		•
Onagraceae	*Ludwigia*	*octovalvis*	Hierba	•		•	•
Orchidaceae	*Bletia*	*purpurea*	Epífita		•		
Poaceae	*Leersia*	*hexandra*	Hierba	•			
Poaceae	*Phragmites*	*australis*	Hierba	•			
Polygonaceae	*Persicaria*	*acuminata*	Hierba	•	•		•
Pontederiaceae	*Pontederia*	*sagittata*	Hierba	•			
Rubiaceae	*Cephalantus*	*occidentalis*	Arbusto		•		•
Typhaceae	*Typha*	*latifolia*	Hierba	•	•	•	•

Fuente: elaborado con base en el trabajo de campo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Presencia de las especies registradas en la localidad San Isidro, Centla.

Familia	Género	Especie	Forma biológica	2008		2009	
				Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Asteraceae	*Enhydra*	*sesiilifolia*	Hierba				•
Convolvulaceae	*Ipomoea*	*purpurea*	Bejuco	•	•	•	•
Cucurbitaceae	*Melothria*	*pendula*	Bejuco				•
Cyperaceae	*Cyperus*	*odoratus*	Hierba				•
Cyperaceae	*Cyperus*	*giganteus*	Hierba	•			•
Lamiaceae	*Hyptis*	*verticillata*	Hierba				•
Leguminosae	*Mimosa*	*pigra*	Arbusto	•			
Marantaceae	*Thalia*	*geniculata*	Hierba	•	•		•
Onagracaea	*Ludwigia*	*octovalvis*	Hierba	•	•	•	•
Poaceae	*Urochloa*	*maxima*	Hierba	•	•	•	•
Poaceae	*Phragmites*	*australis*	Hierba		•		
Polygonaceae	*Persicaria*	*acuminata*	Hierba	•	•	•	•
Pontederiaceae	*Pontederia*	*sagittata*	Hierba				•
Sterculiaceae	*Melochia*	*pyramidata*	Hierba			•	
Typhaceae	*Typha*	*latifolia*	Hierba	•	•	•	•
Verbenaceae	*Lippia*	*nodiflora*	Hierba				•
Vitaceae	*Cissus*	*verticillata*	Bejuco				•

Fuente: elaborado con base en el trabajo de campo.

Cuadro 3. Datos de diversidad (2008-2009) de las localidades Bitzal y San Isidro en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla.

Localidad	Temporada	Riqueza	Abundancia	Diversidad (H')	Equitatividad (E)
Bitzal					
	Sec 08	8	400	0.62	0.30
	Lluv 08	9	251	0.71	0.32
	Sec 09	8	361	0.49	0.24
	Lluv 09	10	842	0.38	0.16
San Isidro					
	Sec 08	8	507	0.70	0.34
	Lluv 08	7	274	0.68	0.35
	Sec 09	6	42	0.74	0.41
	Lluv 09	14	383	0.75	0.28

Sec = Secas; Lluv = Lluvias; H' = Índice de Shannon. Fuente: elaborado con base en el trabajo de campo.

Cuadro 4. Prueba *t* de Hutchenson para el índice de Shannon.

Localidad	Temporada	*t* calculada	GL	p (< 0.05)
Bitzal				
	Sec 08 vs Lluv 08	-3.29	619	S
	Sec 09 vs Lluv 09	3.83	905	S
	Sec 08 vs Sec 09	4.50	736	S
	Lluv 08 vs Lluv 09	12.23	784	S
San Isidro				
	Sec 08 vs Lluv 08	1.00	544	Ns
	Sec 09 vs Lluv 09	-0.41	267	Ns
	Sec 08 vs Sec 09	-2.58	217	S
	Lluv 08 vs Lluv 09	-2.35	622	S

Sec = secas; Lluv = lluvias; GL = grados de libertad; *t* = prueba; S = significativo; Ns = no significativo.Fuente: elaborado con base en el trabajo de campo.

Los valores de diversidad H' fueron comparados para cada temporada y año, con lo cual se estableció que existen diferencias significativas. Esto indica que existe gran variación en la abundancia de especies, así como una importante dinámica de la vegetación que, a su vez, lleva a un constante recambio de especies (Fernández-Aláez *et al.* 1999).

Los principales factores que controlan la riqueza de especies son el hidroperiodo y el fuego; este último se presenta con frecuencia e intensidad importantes en las localidades estudiadas, lo que constituye una amenaza para este tipo de vegetación (Rullán-Silva *et al.* 2007).

La biomasa es una variable muy importante de medir, ya que mediante su cálculo se puede conocer la producción y la productividad de estos humedales. En estudios relacionados con la biomasa en sistemas similares también se ha encontrado que uno de los factores que la regulan es el hidroperiodo, y existe una tendencia a que en la temporada de secas se produzca más cantidad de biomasa (Cirujano y Medina 2002, Coops *et al.* 2003). Sin embargo, en este estudio no se encontró una tendencia clara, misma que se puede atribuir a que el corto periodo de muestreo no fue suficiente como para mostrar estas diferencias.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

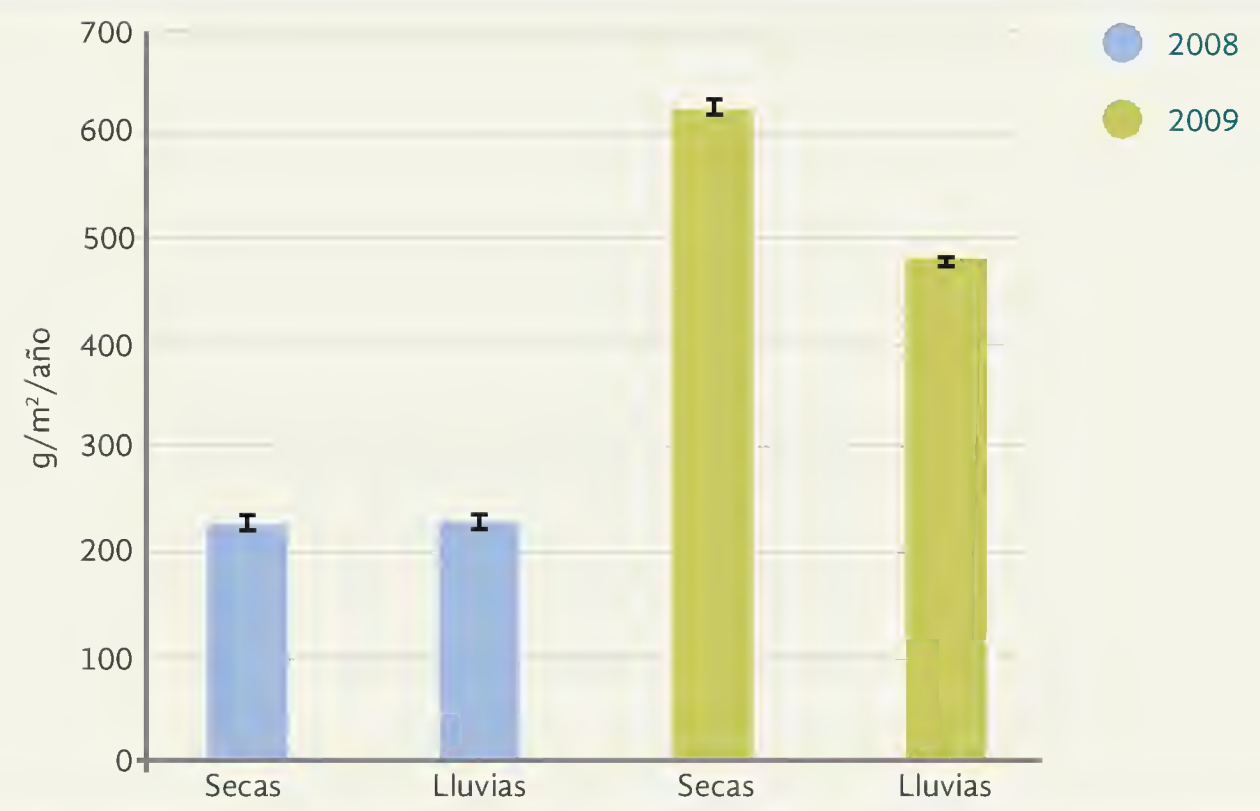


Figura 5. Variación intertemporal del peso seco de la vegetación hidrófita emergente en la localidad Bitzal. Fuente: elaborado con base en el trabajo de campo.

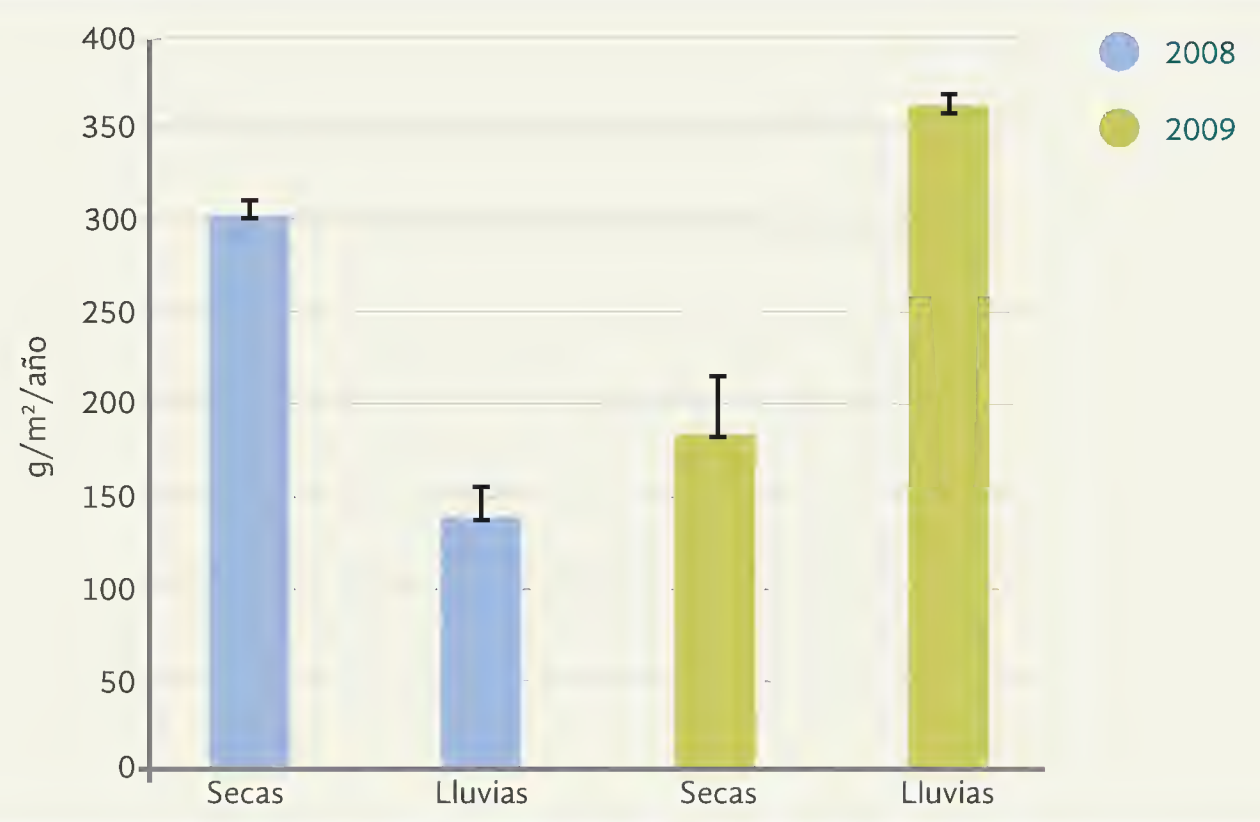


Figura 6. Variación intertemporal del peso seco de la vegetación hidrófita emergente en la localidad San Isidro. Fuente: elaborado con base en el trabajo de campo.

Conclusión

Los cambios temporales presentados en las hidrófitas emergentes son producto de las fluctuaciones del hidroperiodo, mismas que pueden aparecer en diferentes escalas de tiempo, ya que promueven variaciones en la vegetación (crecimiento, distribución, composición florística, riqueza y diversidad). A su vez, esto es resultado de factores ambientales como temperatura, precipitación, eventos de inundación y disturbios ocasionados por fuego. Por último, aunque en este estudio no se observó un patrón regular, la tendencia general en el sistema es que la riqueza específica presenta su mayor expresión en la temporada de lluvias, en tanto que la mayor cantidad de biomasa se registra en la temporada de secas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Barba, E., J. Rangel M. y R. Ramos R. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia* 22:101-110.

Berlanga-Robles, C.A., A. Ruiz-Luna y E.G. Lanza. 2008. Esquema de clasificación de los humedales de México. *Investigaciones Geográficas* 66:25-46.

Brower, J.E., J.H. Zar y C.N. Von Ende. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. Mc Graw-Hill, Boston.

Cirujano, S y L. Medina. 2002. Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla la Mancha. Real Jardín Botánico/CSIC/ Junta de Comunidades de Castilla la Mancha, España.

Coops, H., M. Beklioglu y T.J. Crisman. 2003. The role of water-level fluctuations in shallow the ecosystems-workshop conclusions. *Hidrobiología* 506-509:23-27.

Escutia-Lara, Y., S. Lara-Cabrera y R.A. Lindig-Cisneros. 2009. Efectos del fuego y dinámica de las hidrófitas emergentes en el humedal de la Mintzita, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:771-778.

Fernández-Aláez, C., M. Fernández Aláez y E. Bécares. 1999. Influence of level fluctuation on the structure and composition of the macrophyte vegetation in two small temporary lakes in the northwest of Spain. *Hidrobiología* 415:155-162.

Fernández-Aláez, M., C. Fernández-Aláez, F. García-Criado y C. Trigal-Domínguez. 2004. La influencia del régimen hídrico sobre las comunidades de macrófitos de lagunas someras de la depresión del Duero. *Ecosistemas* 13:52-62.

Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T manuales y tesis SEA, Zaragoza.

Novelo R., A. 2006. *Plantas acuáticas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. ENDESU/UNAM, México.

Rullán-Silva, C., C.E. Zenteno-Ruíz, H. Hernández-Trejo *et al.* 2007. Estudio de detección de cambio ecológico por fuego en la cobertura vegetal de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, mediante imágenes LANDSAT TM. 1ª edición. UJAT/FOMIX, Tabasco.

Zar, H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Estructura y composición de una selva mediana inundable de pukté (*Bucida buceras*) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla

Alma Deysi Anacleto Rosas, María del Carmen Jesús García y Humberto Hernández Trejo

Introducción

De acuerdo con la clasificación de Novelo-Retana (2006), la selva mediana inundable de pukté (*Bucida buceras*) o pukteal (figura 1) es un ecosistema de baja diversidad con un fuerte dominio de pukté (*B. buceras*; figuras 2 y 3), guano redondo (*Sabal mexicana*) y jahuacte (*Bactris baculifera*) en el estrato superior, medio y sotobosque respectivamente (López 1980).

Sin embargo, la composición y dominio de las especies de esta vegetación pueden variar, ya que dependen de la condición del sitio. El pukteal se ve afectado por diversas actividades humanas, como el reemplazo por pastizales cultivados, la quema, la construcción de viviendas y la ampliación de caminos y carreteras. Las perturbaciones naturales principalmente inducidas por el viento cambian la estructura de este tipo de vegetación.

En Tabasco, el pukté (*B. buceras*) no tiene importancia comercial, no existe ningún tipo de programa de aprovechamiento forestal y no cuenta con leyes o normas que lo protejan. La mayoría de sus usos son locales para construir viviendas y cercas. Este tipo de vegetación ha sido poco estudiada, por lo cual el objetivo de este trabajo fue describir y evaluar la estructura de la selva mediana inundable de pukté en la zona núcleo II de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC).

Métodos

El área de estudio se localiza en las coordenadas 18° 23' 29.4" N y 92° 33' 38.3" O en la ranchería Ribera Alta 3ª sección del municipio Centla, Tabasco, México, dentro de la zona núcleo II de la RBPC. El pukteal ocupa

Figura 1. Vista panorámica del pukteal. Foto: Alma Deysi Anacleto-Rosas.

6.4% de la reserva, en donde se forman amplias franjas, manchones y pequeños islotes entre la vegetación acuática con la que se delimita de manera natural (Romero-Gil *et al.* 2000).

Se describió la estructura de la selva mediana inundable de pukté al utilizar el método de cuadrantes centrados en puntos (Mueller-Dombois y Ellenberg 2002). Se hicieron cuatro transectos de 50 m de largo con puntos equidistantes cada 10 m. El perímetro se midió con una cinta métrica a 1.30 m por encima del nivel del suelo; esta medida está referida como el perímetro a la altura el pecho (PAP). Los perímetros se transformaron en diámetros y, a partir de estos, se obtuvo el área basal del tronco de cada individuo;

Anacleto-Rosas, A.D., M.C. Jesús-García y H. Hernández-Trejo. 2019. Estructura y composición de una selva mediana inundable de pukté (*Bucida buceras*) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 92-95.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Árbol pukté (*B. buceras*). Foto: Alma Deysi Anacleto-Rosas.

Figura 3. Frutos de pukté (*B. buceras*). Foto: Alma Deysi Anacleto-Rosas.

mientras tanto, la altura se calculó con un clisímetro. Con esto se pudo obtener las variables diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, densidad, área basal, dominancia relativa, densidad relativa, frecuencia relativa y el índice del valor de importancia.

Resultados

Composición florística

Se identificaron 21 especies distribuidas en 19 géneros y 16 familias botánicas, de las cuales sóolo una fue identificada a nivel de género (cuadro 1). La familia Leguminosae fue la más abundante, con cinco especies. Asimismo, las formas biológicas más cuantiosas fueron los árboles y los bejucos (figura 4).

Estructura

Las especies que dominan la selva mediana inundable de pukté son el zapote de agua (*Paquira aquatica*) y el pukté (*B. buceras*), las cuales presentan mayor importancia (cuadro 2). En la primera especie, los parámetros que influyen en este índice son la densidad (808 ind/0.1 ha) y la frecuencia relativa (57%); en la segunda especie es la dominancia relativa (52%) y el área basal (13.59 m^2).

Se observó que la especie que domina el dosel es el pukté (*B. buceras*) con diámetros promedios de 24.2 ± 18.8 cm y alturas promedio de 10.2 ± 5.1 m (cuadro 2).

Discusión

Al compararloa con otras selvas inundables de Tabasco, es baja la composición florística y la riqueza de especies registrada en la selva mediana inundable de pukté de la zona núcleo II de la RBPC (López 1980, Morales-Ramos 2008).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Listado de las especies identificadas en la selva mediana inundable de pukté.

Familia	Género	Especie	Forma biológica
Arecaceae			
	Sabal	*mexicana*	Árbol
Asteraceae			
	Mikania	*micrantha*	Hierba
Bignoniaceae			
	Clytostoma	*binatum*	Bejuco
Bombacaceae			
	Pachira	*aquatica*	Árbol
Bromeliaceae			
	Tillandsia	*balbisiana*	Epifita
Chrysobalanaceae			
	Chrysobalanus	*icaco*	Arbusto
Combretaceae			
	Bucida	*buceras*	Árbol
	Combretum	*laxum*	Bejuco
Convolvulaceae			
	Ipomoea	*indica*	Bejuco
Leguminoseae			
	Dalbergia	*brownei*	Bejuco
	Dalbergia	*glabra*	Bejuco
	Dalbergia	*monetaria*	Bejuco
	Lonchocarpus	*guatemalensis*	Árbol
	Pithecellobium	*pachypus*	Árbol
Malpighiaceae			
	Heteropteris	*laurifolia*	Arbusto
Ochnaceae			
	Ouratea	*nitida*	Arbusto
Orchidaceae			
	Oncidium	sp.	Epifita
Rubiaceae			
	Randia	*aculeata*	Árbol
Sapotaceae			
	Achras	*sapota*	Árbol
Theophrastaceae			
	Jacquinia	*aurantiaca*	Arbusto
Verbenaceae			
	Clerodendron	*speciosum*	Arbusto
16	19	21	

Fuente: elaboración propia.

El análisis estructural muestra que la tendencia encontrada en los diámetros de las diferentes especies está por debajo de los 20 cm, con excepción del pukté (*B. buceras*), que además presenta los valores más altos de altura y área basal, lo que la hace la especie dominante del dosel; sin embargo, zapote de agua (*Pachira aquatica*) es la especie de mayor importancia gracias a las altas densidades registradas en el sitio.

Es importante mencionar que el pukté (*B. buceras*) es una especie de lento crecimiento; aun cuando produce abundantes semillas, estas pierden rápidamente su viabilidad, lo cual lo lleva a un bajo reclutamiento de plántulas y su principal estrategia reproductiva es por la vía asexual (figura 5).

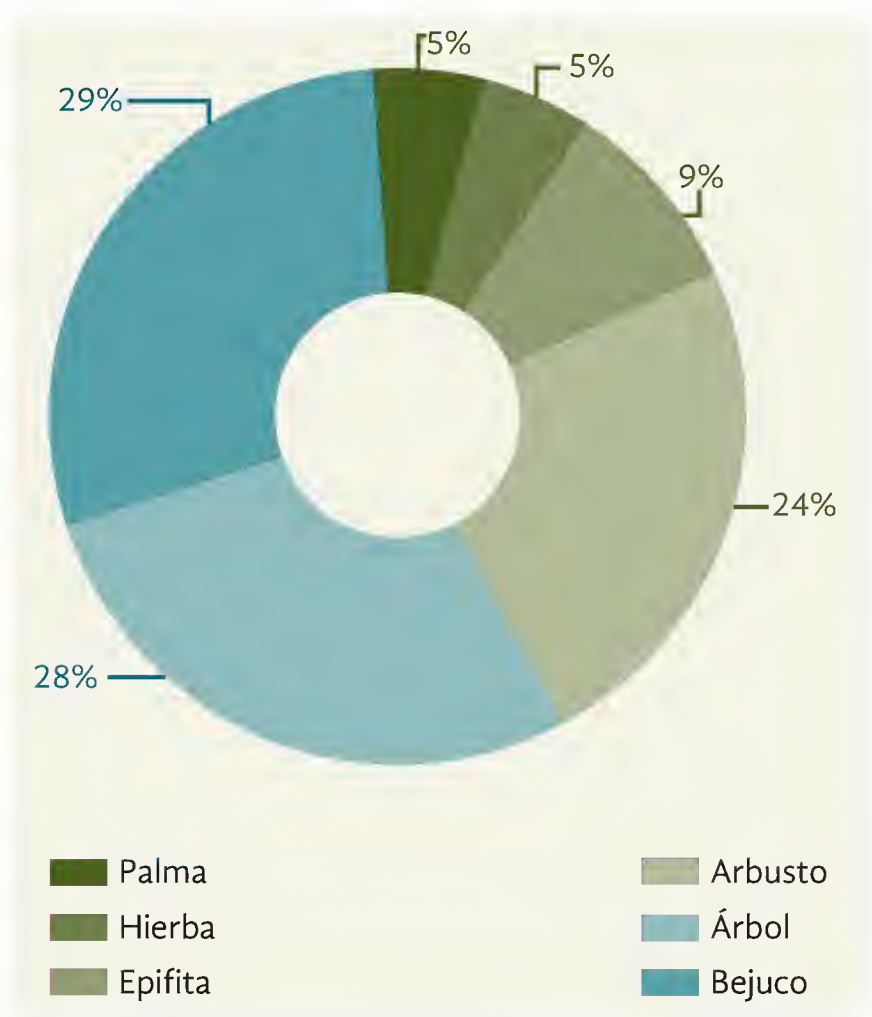


Figura 4. Formas biológicas registradas en la selva mediana inundable de pukté. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Características estructurales de la selva mediana inundable de pukté.

Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)	Densidad	ABT (m^2)	DOR	DR	FR	VI (%)
B. buceras	24.2 ± 18.8	10.2 ± 5.1	188	13.59	52.00	17.00	22.73	91.72
P. aquatica	12.0 ± 6.7	5.4 ± 2.0	808	11.91	45.56	73.00	56.82	175.37
O. nitida	6.7	4.5	11	0.04	0.15	1.00	2.27	3.42
C. icaco	5.1 ± 1.8	3.8 ± 1.9	44	0.10	0.37	4.00	6.82	11.19
S. mexicana	12.7	3.0	11	0.14	0.54	1.00	2.27	3.81
D. brownei	9.2 ± 5.0	3.6 ± 1.6	44	0.36	1.39	4.00	9.09	14.48

ABT = área basal total; DOR = dominancia relativa; DR = densidad relativa; FR = frecuencia relativa; VI = valor de importancia. La densidad se estimó sobre 1 000 m^2. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Reproducción vegetativa a partir de un individuo caído de pukté (*B. buceras*). Foto: Alma Deysi Anacleto-Rosas.

Se observó que al caer un árbol adulto de pukté (*B. buceras*) las ramas laterales toman la dominancia apical y, en el futuro, cada rama será un nuevo individuo, por lo que probablemente se esté sobreestimando la densidad de esta especie. La propagación vía sexual de esta planta presenta los siguientes problemas:

1. Las semillas pierden rápidamente su viabilidad.
2. Los frutos son atacados por insectos de la familia Curculionidae.
3. Las plántulas son de lento crecimiento, principalmente debajo el dosel del pukteal. Probablemente esta especie sea intolerante a la sombra y su desarrollo sea óptimo en los claros o en los bordes de la selva.
4. El relieve del suelo tiene un efecto positivo en la supervivencia de las plántulas; sin embargo, una vez que se incrementan los niveles del agua por las inundaciones de la temporada de lluvias, las plántulas no logran sobrevivir.

Conclusión

En el estado, las selvas de pukté son complejas y han sido poco estudiadas, por lo cual es importante generar más información acerca de este tipo de vegetación. La importancia de estudiar este sitio radica en que todavía mantiene una extensión considerable de selvas de pukté que, junto con los manglares, representan la cobertura arbórea natural más importante para Tabasco.

Entre los factores que afectan el desarrollo estructural de este tipo de vegetación se encuentran los disturbios naturales en una escala menor y las actividades antropogénicas en una escala mayor, principalmente las agropecuarias y la extracción de fauna silvestre. El efecto de ambas actividades deriva de las quemas provocadas durante la temporada seca. Por eso se sugiere llevar a cabo y promover investigaciones para conocer más detalles de los procesos biológicos y ecológicos, así como de los factores que influyen en este tipo de vegetación.

Referencias

López, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

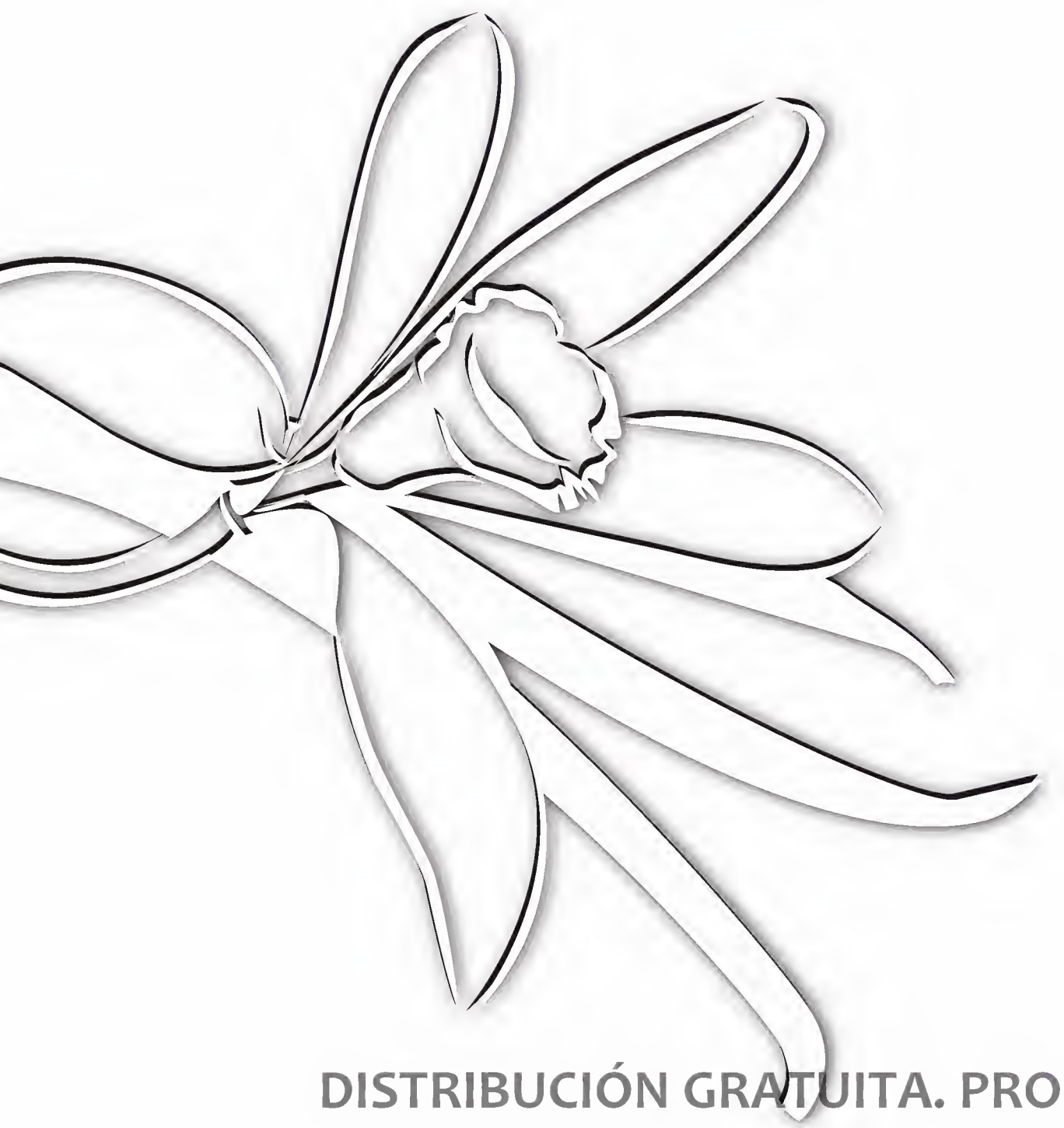
Morales-Ramos, S. 2008. *Estructura y composición florística del tintal (Haematoxylum campechianum L.) en tres comunidades de Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 2002. *Aims and methods of vegetation ecology*. The Blackburn Press, Estados Unidos.

Novelo-Retana, A. 2006. *Plantas acuáticas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C./UNAM, México.

Romero-Gil, J.C., A. García M., C.A. Bautista J. y P.H. Pérez A. 2000. Caracterización de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia* 15:15-28.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los tintales

Humberto Hernández Trejo, María del Carmen Jesús García, Ma. Guadalupe Rivas Acuña, María de los Ángeles Guadarrama Olivera y Francisco Maldonado Mares

Introducción

Buena parte de la planicie costera tabasqueña está cubierta por extensas áreas de pastizales y vegetación de pantano, dentro de las que sobresalen, de forma aislada, zonas ocupadas por vegetación arbórea.

La superficie arbolada de Tabasco ha disminuido considerablemente. En los años cuarenta del siglo pasado se incrementó el proceso de desmonte para las selvas altas (Tudela 1989), ya que de estas se extraían maderas preciosas; sin embargo, este proceso también afectó otros tipos de vegetación, como las selvas medianas de canacoíte (*Bravaisia intergerrima*), zapote de agua (*Pachira aquatica*) y puckté (*Bucida buceras*).

Por otra parte, la selva baja subperennifolia de tinto (conocida localmente como *tintal*), que cuenta con vegetación clasificada de diferentes maneras (cuadro 1), fue explotada para extraerle un colorante natural durante el periodo colonial y hasta finales del siglo XIX (West *et al.* 1987). Las áreas de selva desmontadas eran y siguen siendo usadas para actividades agropecuarias (López-Mendoza 1980, Tudela 1989).

El tintal tiene como elemento dominante al tinto (*Haematoxylum campechianum*; figura 1); sin embargo, ésta no es la única especie que se encuentra dentro del tintal, también se presentan otras especies de árboles, arbustos, hierbas, plantas trepadoras (bejucos) y epífitas (apéndice 12; figura 2). Aquí existen árboles que llegan a medir más de 1 m de diámetro y alcanzar en promedio de hasta 15 m de altura, razón por la cual se le denomina selva baja (*sensu*; Miranda y Hernández X. 1963).

El tintal ocupaba extensas superficies continuas de Tabasco y Campeche. Actualmente se encuentra en pequeñas unidades muy dispersas en la parte central de la planicie tabasqueña, pero ocupa más extensiones

Cuadro 1. Clasificación de los tintales por diferentes autores. Todas las categorías tienen en común describir comunidades vegetales de poca altura y que una proporción de sus componentes son espinosos.

Clasificación	Autores
Selva baja subperennifolia	Miranda y Hernández X. 1963 Pennington y Sarukhán 1968
Selva baja espinosa perennifolia de tinto	López-Mendoza 1980
Bosque espinoso	Rzedowski 1978
Bosque tropical bajo subperennifolio	González-Medrano 2003

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Inflorescencia de *Haematoxylum campechianum*. Foto: Humberto Hernández-Trejo.

Hernández-Trejo, H., M.C. Jesús-García, M.G. Rivas-Acuña, M.A. Guadarrama Olivera y F. Maldonado-Mares. 2019. Los tintales. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 97-103.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Tintales con asociación de diferentes especies propias de estos ambientes. Foto: Humberto Hernández-Trejo.

Figura 3. Impacto de la actividad ganadera en los tintales presentes en el estado. Foto: Humberto Hernández-Trejo.

hacia la región de los ríos, principalmente en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, y se distribuye no sólo en las zonas bajas, cerca de cuerpos de agua, sino también en los lomeríos (Miranda y Hernández X. 1963, West *et al.* 1987, López-Mendoza 1980, Zamudio y Guadarrama-Olivera 1985, Calix-de Dios y Novelo 1996, Barrueta-Hernández 2000, Novelo y Ramos 2005).

Dado que el tintal se presenta de forma discontinua, dispersa y en rodales de distintos tamaños, se dice que este tipo de vegetación está fragmentado, fenómeno que reduce el hábitat y su capacidad de funcionar como un corredor biológico.

La reducción en el tamaño de los rodales o fragmentos y el incremento de la distancia entre estos aumentan la probabilidad de perder especies de flora y fauna, y de que ingresen especies invasoras (Balán-Mosqueda *et al.* 2002). La pérdida total o parcial de estas especies se ha dado principalmente por procesos antrópicos naturales, ya que del tintal se eliminan, con excepción del tinto, a la mayoría de las especies asociadas a este tipo de vegetación.

Del tinto se obtienen diversos productos maderables, principalmente postes para los cercos; además, por la frondosidad y forma de su copa, es usado para proveer de sombra al ganado vacuno. Por estas características los ganaderos lo eligen para ser mantenido en los potreros.

Debido a lo anterior, en Tabasco los tintales tienden a mantenerse como áreas pequeñas y compactas donde solo se mantiene al tinto, en tanto que su condición selvática (multiespecies) se ha ido perdiendo en forma considerable (figura 3).

Diversidad, estructura y distribución

Sin duda, la transformación del tintal ha ocasionado un cambio drástico en el paisaje tabasqueño. Por ello no se puede hablar de este tipo de vegetación como una selva, debido a que presenta poca riqueza de especies y a que su estructura vertical generalmente es monoestratificada.

La secuencia en el uso y abandono de los fragmentos del tintal por el manejo al que es sometido por los ganaderos determina las diferencias en cada uno en relación con el número de especies, tamaños y estratificación vertical de las plantas asociadas a esta formación vegetal.

Las especies arbóreas encontradas más frecuentemente en el tintal son tinto (*H. campechianum*), tocoi (*Coccoloba barbadensis*), palo gusano (*Lonchocarpus guatemalensis* o *L. hondurensis*), lecherillo (*Tabernaemontana alba*), tucui (*Pithecellobium lanceolatum*), macuili (*Tabebuia rosea*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y coscorrón (*Crataeva tapia*); también son comunes palmas como el guano

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

redondo (*Sabal mexicana*), y arbustos como el nudillo (*Faramea occidentalis*), majagua (*Hampea latifolia, Rhacoma eucymosa, Malvaviscus arboreus, Randia aculeata*) y trepadoras como *Paullinia pinnata*, entre otras (UJAT 2006a, b, Morales-Ramos 2008, Cámara-Cabrales *et al*. 2010, Jiménez Hernández 2011).

Los cambios en la estructura de los tintales se describen para diferentes localidades de los municipios Centro, Centla, Macuspana, Jonuta y Balancán (cuadros 2 y 3).

Importancia económica y cultural

Los usos del tinto se pueden agrupar de acuerdo con la temporalidad en su utilización en:

Usos históricos. Este árbol se usaba para colorear textiles, y la madera para construir viviendas de la población indígena, así como para obtener leña y fabricar carbón (López-Rosado 1979, López-Mendoza 1980, West *et al.* 1987). Algunos de estos usos siguen vigentes.

Usos actuales. La hematoxilina se emplea como colorante para preparar tintas para escribir. También se

Cuadro 2. Descripción botánica de 14 tintales de diferentes localidades.

Municipio	Localidad	Especies asociadas	Observaciones
Centro			
	El Tintillo	El tintal se encuentra asociado con majagua (*Hampea latifolia*), tocoi (*Coccoloba barbadensis*), barbasco o chichoncillo (*Paullinia pinnata*), sibil (*Malvaviscus arboreus*), *Rhacoma eucymosa*, entre otras	Tintal talado frecuentemente para obtener carbón (UJAT 2006b)
	Buenavista	Algunos fragmentos con proporciones muy bajas de tinto (*H. campechianum*)	Tintal perturbado (UJAT 2006a)
	Torno Largo	Una de las localidades con más riqueza, con otras especies de árboles como tocoi (*Coccoloba barbadensis*), palo gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), lecherillo (*Tabernaemontana alba*), cuajilote (*Parmentiera aculeata*), entre otros	Tintal sin manejo ganadero. El dosel está dominado por el tinto (UJAT 2006a)
	Acachapan	Domina la majagua y de manera asociada pero dispersa e irregular, capulín (*Muntingia calabura*), sauce (*Salix humboldtiana*) y tinto	En proceso de regeneración (UJAT 2006a)
	Tamulté de las Sabanas	Domina el tinto, alcanza hasta 13 m de altura. El tucui (*P. lanceolatum*) es otra de las especies importantes, de hasta 8 m	Los tintales se encuentran en los lomeríos y partes bajas (UJAT 2006a)
	José G. Asmitia	Tinto con tucui y palo gusano, entre otras especies, con alturas máximas entre 11 y 12 m. Dos estratos	Está perturbado debido a la introducción de ganado y a las fumigaciones (Morales-Ramos 2008)
	Tierra Amarilla	Estructura como la del ejido José G. Asmitia, pero con más riqueza de especies, en las que el tinto es la especie que domina y tiene entre 12 y 14 m de altura	Se presentan dos estratos bien diferenciados (Morales-Ramos 2008)
	División Académica de Ciencias Biológicas	Un estrato de 5 a 10 m de tinto e individuos emergentes de hasta 15 m, como guano redondo (*Sabal mexicana*)	Tintal perturbado (Balán-Mosqueda *et al.* 2002, Jiménez Hernández 2011)
Centla			
	San José de Simón Sarlat	Tintal monodominante con altura máxima de 12 m	Dos o tres estratos de individuos de tinto (Morales-Ramos 2008)
	Chilapa	Tintal maduro	Existen individuos muy altos y diamétricamente grandes (UJAT 2006a)
Macuspana			
	Tramo de Cd. Pemex-Jonuta	Tintal 1. Gran diversidad, especies abundantes: tinto, tocoi, tucui y nudillo (*Faramea occidentalis*) Tintal 2. El tinto es el más abundante Tintal 3. Tintal bien estructurado y con alturas que llegan a los 15 m. Se asocia al tocoi y en el estrato medio al coralillo (*Hamelia patens*) con alturas no mayores de 2 m Tintales a manera de franjas discontinuas	En el tintal 2 el tucui presentó pocos individuos en el estrato medio y alto. La vegetación tiene hasta de 11 m En el tintal 3 el tinto es el más representativo; el tocoi se encuentra distribuido en los estratos medio y alto con alturas máximas de 8 m (UJAT 2006b)
Jonuta			
	Laguna La Sombra	Domina el tucui y llega hasta los 10 m El tinto alcanza los 18 m y el coralillo hasta los 3 m	El tucui se distribuye en el estrato medio y alto (UJAT 2006b)
	Tabasco Nuevo	Domina el tinto y llega hasta los 17 m. El tocoi y el macuili (*Tabebuia rosea*) están menos representados	UJAT (2006b)
Balancán			
	Río San Pedro	Tintales monodominantes	Ocupan la llanura fluvial (Cámara-Cabrales *et al.* 2010)

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Patrones en la diversidad de 14 tintales. Los valores del índice de Shannon se calcularon sólo con las especies arbóreas.

Municipio	Localidad	S	N	H'	E
Centro					
	El Tintillo	14	72	0.974	0.369
	Tierra Amarilla	8	54	1.196	0.544
	José G. Asmitia	4	53	0.625	0.451
	Buenavista	6	102	1.157	0.646
	Torno Largo	7	156	1.463	0.752
	Acachapan	4	364	0.364	0.449
	Tamulté de las Sabanas	6	202	0.923	0.515
	División Académica de Ciencias Biológicas	30	175	2.556	0.500
Centla					
	San José Simón Sarlat	1	87	-	-
	Chilapa	7	71	0.774	0.398
Macuspana					
	Cd PEMEX – Jonuta:				
	Tintal 1	4	111	0.837	0.603
	Tintal 2	5	125	0.828	0.515
	Tintal 3	2	61	0.076	0.109
Jonuta					
	Laguna La Sombra	7	137	1.598	0.821
	Tabasco Nuevo	8	130	1.164	0.560
Balancán					
	Río San Pedro	1	60	-	-

S= riqueza de especies; N= numero de individuos; H'= Índice de diversidad de Shannon; E= Índice de Equitatividad. Fuente: elaboración propia con datos de UJAT 2006a, b, Morales-Ramos 2008, Cámara-Cabrales *et al.* 2010, Jiménez Hernández 2011.

utiliza como indicador en análisis histológicos debido a su propiedad de teñir selectivamente los núcleos de las células animales, así como en la industria de la curtiduría de pieles.

En relación con los usos medicinales, el corazón de la madera constituye una droga oficial en la farmacopea estadounidense, ya que se usa como astringente, especialmente para controlar la diarrea y disentería, propiedad ampliamente conocida en México (Mendieta y Del Amo 1981, Echenique y Del Amo 1983) en donde tiene un uso local muy conocido. Algunas enfermedades como la hepatitis, la anemia y el mal de orín (Garcés *et al.* 1988) son tratadas con el tinto, aunque también es usado como astringente, antiséptico, cicatricial y regenerativo (Díaz 1977).

Ocasionalmente, las semillas se usan como saborizante. Se han observado "tapancos" en los tintales con los que se protege temporalmente la cosecha de algún cultivo colindante (Guadarrama Olivera 2010).

Por su gran durabilidad, la madera se usa principalmente como poste, sobre todo en las áreas donde no prosperan las cercas vivas debido a limitantes edáficas (López-Mendoza 1980); sin embargo, Maldonado-Mares *et al.* (1997) menciona que en el municipio Jalapa, el tinto se utiliza para crear cercas vivas para delimitar los potreros, así como para fabricar cabos de hacha,

Figura 4. Horno tradicional en la localidad El Tintillo, para la elaboración de carbón de tinto. Foto: Humberto Hernández-Trejo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

obtener horcones para construir casas, leña, y para elaborar carbón (figura 4).

Usos potenciales. Por la forma de la copa y sus numerosas ramas, el tinto se puede aprovechar para cultivar orquídeas. Esta especie presenta flores muy aromáticas, con una buena producción de néctar, por lo que puede ser utilizada para producir melífera (Chiang-Cabrera 2007). También se han hecho ensayos, con buenos resultados, con extractos del duramen del tinto para evaluar su actividad bactericida sobre algunas cepas de bacterias como *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli* (Maldonado-Mares 2008; cuadro 4).

Cuadro 4. Usos del tinto (*Haematoxylum campechianum*).

Usos históricos	Usos actuales	Usos potenciales
Colorante de telas	Industria textil	Cultivo de orquídeas
Maderable	Maderable	Bactericida
Combustible (leña y carbón)	Leña, carbón	Curtiduría de pieles
	Medicinal: astringente, hepatitis, anemia	
	Saborizante: semillas	
	Postes de cercas	
	Cabos de hachas	
	Construcción de casas	
	Cercos vivos	
	Tapancos para protección de cosechas	
	Apicultura	

Fuente: elaboración propia.

Amenazas para su conservación

Dentro de los aspectos históricos que contribuyeron a disminuir la superficie ocupada por el tintal, destaca la importancia que el palo de tinto tuvo para la economía del mercado español en la época de la Colonia. Entre los siglos XVIII y XIX fue más intensiva la explotación de *Haematoxylum campechianum*, ya que tenía una finalidad muy importante: extraer una sustancia llamada hematoxilina, que servía para teñir textiles y cabello de la población indígena (Ruiz 1979 e Irigoyen 1980, citado por Peniche-Rivero 1983).

Acevedo (1910 citado por López-Mendoza 1980) menciona que durante el siglo XIX la exportación del palo de tinto aumentó a tal grado, que la mayor parte de los tintales en Tabasco y Campeche quedaron destruidos por exceso de corte. La hematoxilina fue remplazada parcialmente por colorantes sintéticos (anilinas), con lo que disminuyó el corte y la extracción de los árboles de esta especie.

La superficie del tintal sigue disminuyendo y fragmentándose debido a las propiedades de su madera (alta densidad, resistencia a la humedad, durabilidad, entre otras cosas), ya que se sigue usando con fines domésticos, pecuarios y forestales.

No obstante, Guerra-Martínez (2003) señala que, para el periodo de 1990 a 2000, en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC), se relacionó a la pérdida de la superficie de diferentes tipos de selva, incluida el tintal, con la presencia de asentamientos humanos, carreteras pavimentadas y canales, siendo los dos últimos factores los que más la afectaron. El tintal fue la vegetación que más disminuyó, se calculó una tasa de pérdida de 34.96% anual.

Conclusión y recomendaciones

La selva baja subperennifolia de tinto se ha considerado como un tipo de vegetación con un gran dominio de una sola especie (López-Mendoza 1980), y está distribuida en la llanura costera en forma de pequeños fragmentos.

En Tabasco, este tipo de selva presenta dos condiciones, entre las cuales varía la riqueza de especies. La primera representa lo que se propone como una fase de sucesión (acahual), donde la riqueza de especies es mayor; la segunda condición corresponde a una fase monodominante, como resultado del manejo que los ganaderos hacen de esta vegetación para obtener madera y, al mismo tiempo, proporcionar sombra para el ganado.

El tinto es una especie que no presenta problemas en la germinación de sus semillas, por lo que es factible recuperarlo, ya que es de fácil propagación, tanto en invernaderos y/o viveros o en almácigos rústicos. Presenta tasas altas de germinación y no requiere tratamientos pregerminativos (Zamora-Cornelio *et al.* 2010), y las semillas permanecen viables hasta por ocho meses en condiciones de almacenamiento (Salazar y Goihet 2001).

En condiciones naturales, esta especie no tiene problemas para su establecimiento, se ha observado una regeneración importante en que las plántulas presentan una distribución espacial agregada debajo de las copas de los árboles padre, pero no se tiene información poblacional.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

De manera complementaria, varias de las especies asociadas al tintal (que también presentan usos locales importantes), pueden ser propagadas en viveros; por ejemplo, *Sabal mexicana* y *Tabebuia rosea*, entre otras.

En condiciones naturales, estas especies tampoco muestran problemas para su establecimiento. Ante esto, se puede observar que la recuperación o la restauración del tintal es viable de iniciar vía la repoblación natural o de programas de reforestación; sin embargo, dadas las diferencias en la estructura de los diferentes fragmentos en el estado, es importante conservar los que presentan la condición selvática, ya que pueden funcionar como bancos de germoplasma y como hábitat para la fauna silvestre.

El tintal es una formación vegetal que ofrece una buena alternativa de aprovechamiento, la especie más representativa de esta vegetación se ha empleado desde la época prehispánica por sus propiedades tintóreas y maderables.

La demanda de madera de tinto ha aumentado por parte de los ganaderos y campesinos y, dada la facilidad para propagarlo, se considera que mediante un esquema de manejo planificado puede ser muy productivo. La combinación de esquemas de conservación y manejo permitirán que permanezcan los diferentes servicios que este tipo de vegetación aún proporcionan.

Referencias

Barrueta-Hernández, M.G. 2000. *Caracterización e importancia del tinto (Haematoxylum campechianum L.) en Tabasco*. Tesina. División Académica de Ciencias Agropecuarias-UJAT, Tabasco.

Balán-Mosqueda, C., C.A. Quintero y J.C. Chiappy. 2002. Importancia de la conservación de un fragmento de selva baja inundable (tintal), en la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. *Kuxulkab´* 8:39-46.

Calix-de Dios, H. y A. Novelo. 1996. Vegetación de zonas inundables de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 12:28-40.

Cámara-Cabrales, L.C., H. Hernández Trejo, A. Galindo Alcántara, *et al*. 2010. Estudio regional forestal de la UMAFOR de los ríos. Informe técnico. México (inédito).

Chiang-Cabrera, F. 2007. Flora y datos básicos para la evaluación de las actividades apícola y forestal en tres áreas focales del corredor Sian Kaán-Calakmul. Informe final del proyecto SNIB-CONABIO Proyecto No. BE021. México.

Díaz, J.L. 1977. *Usos de las plantas medicinales de México*. Monografías científicas 2. IMEPLAM, México.

Echenique, R. y S. Del Amo. 1983. Palo de Campeche. Comunicado No. 17 sobre recursos bióticos potenciales del país. INIREB, México.

Garcés, A.R., R. Eslava y M.A. Magaña A. 1988. *Plantas medicinales de Tabasco*. Serie Cultura Popular 1. DIF-Tabasco/UJAT, Tabasco.

González-Medrano, P. 2003. *Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. INE/SEMARNAT, México.

Guadarrama Olivera, M.A. 2010. Encargada del herbario UJAT de la División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT. Comunicación personal, junio.

Guerra-Martínez, V. 2003. *Evaluación espaciotemporal de la vegetación y uso del suelo en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000)*. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México.

Jiménez Hernández, M. 2011. *Monitoreo de la vegetación del tintal en el jardín botánico José Narciso Rovirosa, Villahermosa, Tabasco, México*. Tesina. DACBiol-UJAT, Tabasco.

López-Mendoza, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

López-Rosado, D.E. 1979. *Historia de la agricultura y la ganadería*. Ed. Herrera S.A., México.

Maldonado, F. 2008. Profesor investigador de la División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT, Comunicación personal, noviembre.

Maldonado-Mares, F., G. Vargas y F. Molina. 1997. Los cercos vivos del estado de Tabasco, México. DACBiol-UJAT, Mexico.

Mendieta, R.M. y S. Del Amo R. 1981. *Plantas medicinales del estado de Yucatán*. CECSA, México.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Morales-Ramos, S. 2008. *Estructura y composición florística del tintal (Haematoxylum campechianum L) en tres comunidades de Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, México.

Novelo, A. y L. Ramos. 2005. Vegetación acuática. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 111-114.

Peniche-Rivero, P. 1983. Notas sobre la organización de la producción del palo de tinte en el siglo XVI (1570-1577) según un documento español de 1577. *Biótica* 8:15-23.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies.* UNAM/FCE, México.

Salazar, R. y C. Goihet. 2001. *Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina*. CATIE, Costa Rica.

Tudela, F. 1989. *La modernización forzada del trópico. El caso de Tabasco*. COLMEX, México.

UJAT. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 2006a. Desarrollo de actividades petroleras del proyecto Delta Grijalva. Estudio de impacto ambiental. Informe técnico. México (inédito).

——. 2006b. Desarrollo de actividades petroleras del proyecto Macuspana. Estudio de impacto ambiental. Informe técnico. México (inédito).

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México.

West, R.C., N.P. Psuty y B.G. Thom. 1987. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. 3ª reimpresión. Gobierno del Estado de Tabasco, México.

Zamora-Cornelio, F., S. Ochoa Gaona, S. Simon Vargas *et al.* 2010. Germinación de semillas y clave para la identificación de plántulas de seis especies arbóreas nativas de humedales del sureste de México. *Revista de Biología Tropical* 58(2):717-732.

Zamudio, S. y M.A. Guadarrama. 1985. La vegetación actual de la cuenca del río Usumacinta en el Estado de Tabasco. En: *Usumacinta. Investigación científica en la cuenca del Usumacinta*. Gobierno del Estado de Tabasco, Mexico, pp. 9-75.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Estructura y composición florística de la vegetación inundable en la División Académica de Ciencias Biológicas

Diana López Pérez, Isabel Vázquez Negrín, Ofelia Castillo Acosta, Hugo Enrique Montalvo Urgel y Casiano Alberto Méndez Sánchez

Introducción

Tabasco posee gran diversidad de ecosistemas tropicales, como las selvas; sin embargo, este tipo de vegetación ha sido deforestada por diversas causas, como las prácticas agrícolas y ganaderas (Tudela 1992), lo que ha resultado en que sólo quede 2% de la superficie original (Sánchez-Munguía 2005).

Un ejemplo de este proceso de deforestación y fragmentación es evidente en las selvas bajas subperennifolias (Miranda y Hernández X. 1963, Pennington y Sarukhán 2005) también denominadas selvas bajas inundables de tinto (*Hematoxylum campechianum*) o tintales.

Este ecosistema prospera en suelos con drenaje deficiente e inundados periódicamente en los bajos (Lundell 1942, Miranda y Hernández X. 1963). Los suelos característicos son Gleysoles y Vertisoles (Palma-López *et al.* 2007). Es importante conservar la selva baja inundable, ya que quedan muy pocos relictos en Tabasco y es un reservorio de germoplasma, funciona como corredor biológico y es hábitat de diferentes especies de flora y fauna (véase Tipo de Vegetación, en esta obra). El objetivo de este estudio es determinar la estructura y composición florística de la selva baja inundable en la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

Área de estudio y método

La DACBiol se localiza en el kilómetro 0.5 de la carretera Villahermosa-Cárdenas entronque a Bosque de Saloya, entre las coordenadas 17° 59' 26'' y 17° 59' 17'' N, 92° 58' 16''y 92° 58' 37'' O, en el municipio Centro. Se establecieron al azar 10 cuadros de 20 x 20 m (400 m^2) y en ellos se censaron a todos los árboles con diámetro mayor a 2.5 cm. Todas las especies fueron colectadas e identificadas con claves taxonómicas (Pennigton y Sarukhán 2005). Se obtuvo el índice de valor de importancia biológica (IVI = densidad relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa (Cox 1980)) y el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran 1989).

Resultados

En la DACBiol se le denominó "tintal" a un área con vegetación inundable en la que se encontraban algunos árboles maduros de tinto (*H. campechianum*); sin embargo, las especies de árboles reportados como codominantes en los tintales del estado, como anona cimarrona (*Annona glabra*), gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), puckté (*Bucida buceras*) y barí (*Calophyllum brasiliense*), no se encontraron en el área de estudio y sólo se localizó guano (*Sabal mexicana*) que es reportado por Novelo y Ramos (2005) y López (1980) como una especie asociada a tintales.

En los 400 m^2 se censaron 295 árboles de 17 especies que pertenecen a 13 familias botánicas (cuadro 1). Las especies más abundantes, frecuentes y con el mayor valor de importancia biológica dentro de los sitios de muestreo fueron lecherillo (*Tabernaemontana chrysocarpa*) y majahua (*Hampea macrocarpa*), mientras que el tinto (*H. campechianum*) fue la tercera especie en importancia (cuadro 2).

En las unidades de muestreo, el índice de diversidad varió desde 1.0 a 2.16 (cuadro 3). Esta diversidad es baja en comparación con la encontrada en Calakmul, Campeche (Díaz *et al.* 2002).

López-Pérez, D., I. Vázquez-Negrin, O. Castillo-Acosta, H. Montalvo-Urgel y C.A. Méndez-Sánchez. 2019. Estructura y composición florística de la vegetación inundable en la División Académica de Ciencias Biológicas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 104-107.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Listado florístico de los árboles mayores de 2.5 DAP en la selva baja inundable de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez de Tabasco, municipio Centro.

Orden	Familia	Nombre científico	Autoridad
Gentianales	Apoynaceae	*Tabernaemontana chrysocarpa*	S. F. Blake
Arecales	Arecaceae	*Roystonea dunlapiana*	P. H. Allen
Arecales	Arecaceae	*Sabal mexicanum*	Mart
Lamiales	Bignoniaceae	*Parmentiera aculeata*	(Kunth) Seem
Lamiales	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	(Bertol.) A. DC
Malvales	Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	(L.) Gaertn
Malpighiales	Clusiaceae	*Clusia* sp.	
Fabales	Fabaceae	*Acacia cornigera*	(L.) Willd
Fabales	Fabaceae	*Hematoxylum campechianum*	L.
Malvales	Muntingiaceae	*Muntingia calabura*	L.
Malvales	Malvaceae	*Hampea macrocarpa*	Fryxell
Sapindales	Meliaceae	*Cedrela odorata*	L.
Sapindales	Meliaceae	*Trichilia havanensis*	Jacq.
Myrtales	Myrtaceae	*Psidium guajava*	L.
Piperales	Piperaceae	*Piper* sp.	
Sapindales	Sapindaceae	*Cupania dentata*	DC.
Malvales	Sterculiaceae	*Guazuma ulmifolia*	Lam.

DAP: diámetro a la altura del pecho. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3. Diversidad de las unidades de muestreo de la selva baja inundable de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez de Tabasco, municipio Centro.

Unidad de muestreo	Índice de diversidad
1	1.8
2	1.1
5	1.0
10	1.3
8	1.8
14	1.5
45	1.5
4	1.5
5	2.1
32	1.8
Total de diversidad de los 10 cuadrantes	**2.1**

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Especies con mayor índice de valor de importancia de la selva baja inundable de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez de Tabasco, municipio Centro.

Nombre común	Nombre científico	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI
Cojon	*Tabernaemontana crysocarpa*	11.68	30.50	15.82	58.02
Majahua	*Hampea macrocarpa*	12.98	32.54	3.34	48.87
Tinto	*Hematoxyllum campechianum*	5.19	2.71	28.24	36.15
Corozo	*Roystonea dunlapiana*	5.19	2.37	14.21	21.78
Guácimo	*Guazuma ulmifolia*	5.19	3.05	12.44	20.69
Palo de aguacate	*Persea americana*	7.79	5.76	6.53	20.08

IVI= índice de valor de importancia biológica. Fuente: elaboración propia.

En esta selva se distinguen dos estratos: en el estrato alto de 6 a 18 m de altura se registraron 73 árboles; y en el estrato bajo, menor de 5 m, se concentró la mayor cantidad de árboles (222 individuos; figura 1). De los 295 árboles censados, 253 presentaron diámetros menores de 5 cm.

Pocos individuos se encontraron en las clases diamétricas mayores de 10 cm (figura 2). Esta misma proporción se reporta para otras selvas bajas subperennifolias inundables de tinto (*H. campechianum*), como las ubicadas en Calakmul, Campeche (Díaz *et al.* 2002) y los bajos o zonas inundables de Sian kan, Quintana Roo (Olmsted y Duran 1986, Tun-Dzul *et al.* 2008).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

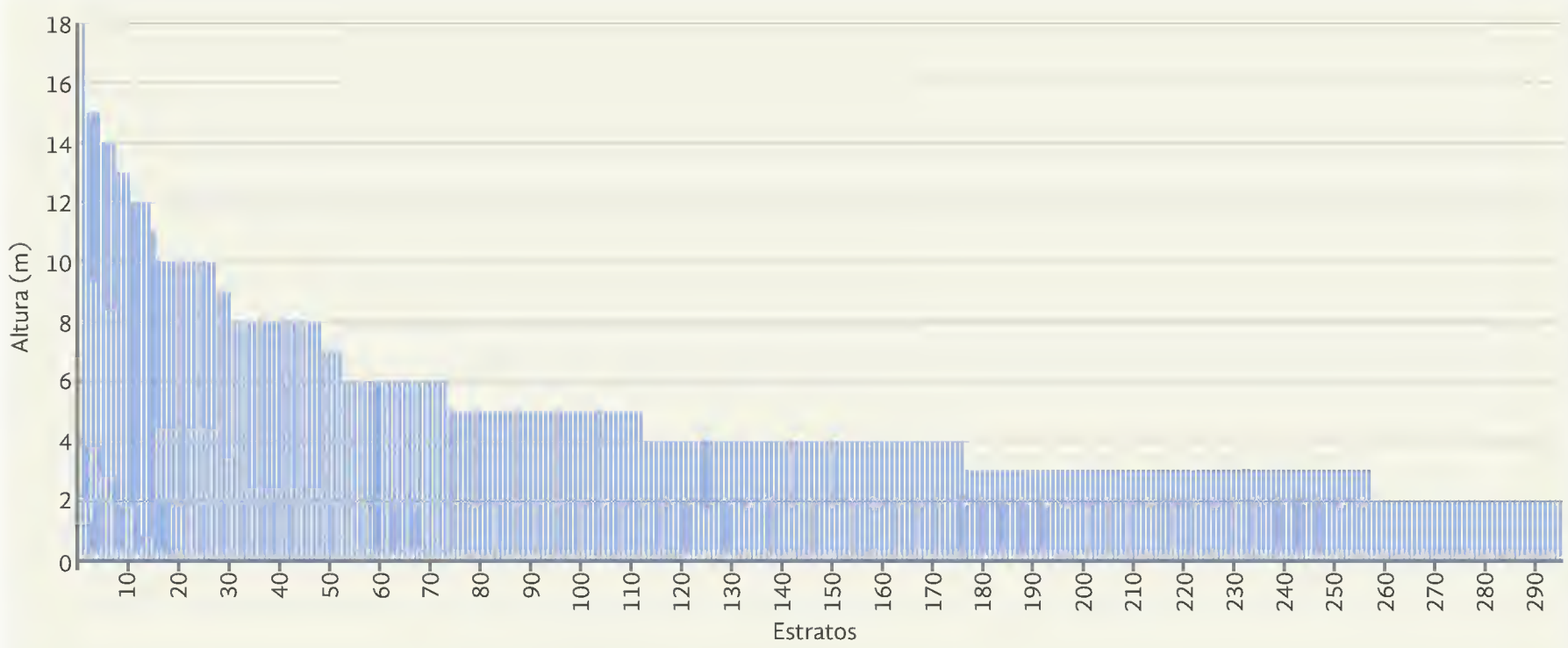


Figura 1. Estructura vertical de la selva baja inundable de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez de Tabasco, municipio Centro. Fuente: elaboración propia.

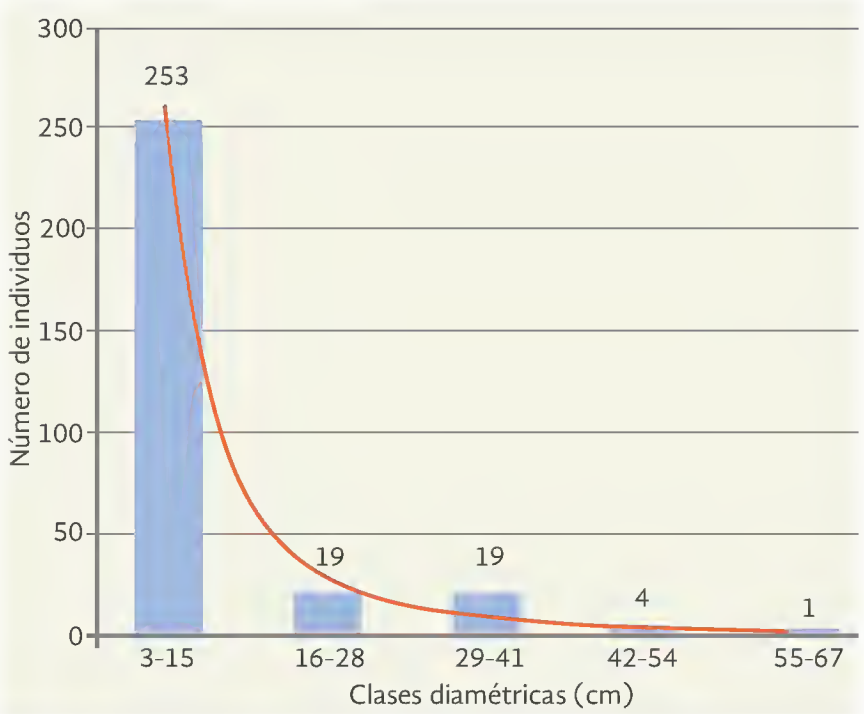


Figura 2. Representación de las clases diamétricas en las 10 unidades de muestreo de la selva baja inundable de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez de Tabasco, municipio Centro. Fuente: elaboración propia.

Conclusión

La vegetación que presentó el sitio de estudio se caracteriza como secundaria dominada por árboles pioneros como majahua (*H. macrocarpa*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guano (*S. mexicana*), lecherillo (*T. chrysocarpa*) y algunos árboles de tinto (*H. campechianum*).

Los datos obtenidos indican que esta vegetación se encuentra en un proceso de regeneración, ya que, en las primeras etapas de sucesión, la mayoría de los individuos tienen diámetros menores de 10 cm. La conservación de este lugar contribuye al proceso de regeneración, lo que representaría que el intercambio de especies en la comunidad se acerque al estado inicial; en este caso, en el derivado del uso agropecuario.

Recomendaciones

Se propone continuar conservando esta vegetación dentro de las instalaciones de la DACBiol. Por un lado, representa gran importancia biológica y ecológica, ya que ofrece los servicios ambientales de captura de carbono y refugio para la fauna nativa. Por otro lado, contribuye a la educación, puesto que es un sitio ideal para llevar a cabo prácticas docentes en el tema de ecología de comunidades sobre la sucesión.

Referencias

Cox, W. G. 1980. *Laboratory manual of general ecology*. Williams Publisher/San Diego State University, California.

Díaz, R.J., O. Castillo-Acosta, G. García-Gil. 2002. Distribución espacial y estructura arbórea de la selva baja subperennifolia en un ejido de la reserva de la biosfera Calakmul, Campeche, México. *Universidad y Ciencia* 18:11-28.

López, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Lundell, C.L. 1942. Flora of eastern Tabasco and adjacent mexicana areas. *Contributions of the University of Michigan Herbarium* 8:1-74.

Magurran, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedrá, Barcelona.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Novelo, A. y L. Ramos. 2005. Vegetación acuática. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J.F. Bueno y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 111-144.

Olmsted, I. y R. Durán. 1986. Aspectos ecológicos de la selva baja inundable de la Reserva de Sian Ka´an, Quintana Roo, México. *Biótica* 11:151-179.

Palma-López, D.J., D.J. Cisneros, C.E. Moreno y R.J.A. Rincón. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Posgraduados/ISPROTAB/FUPROTAB, México.

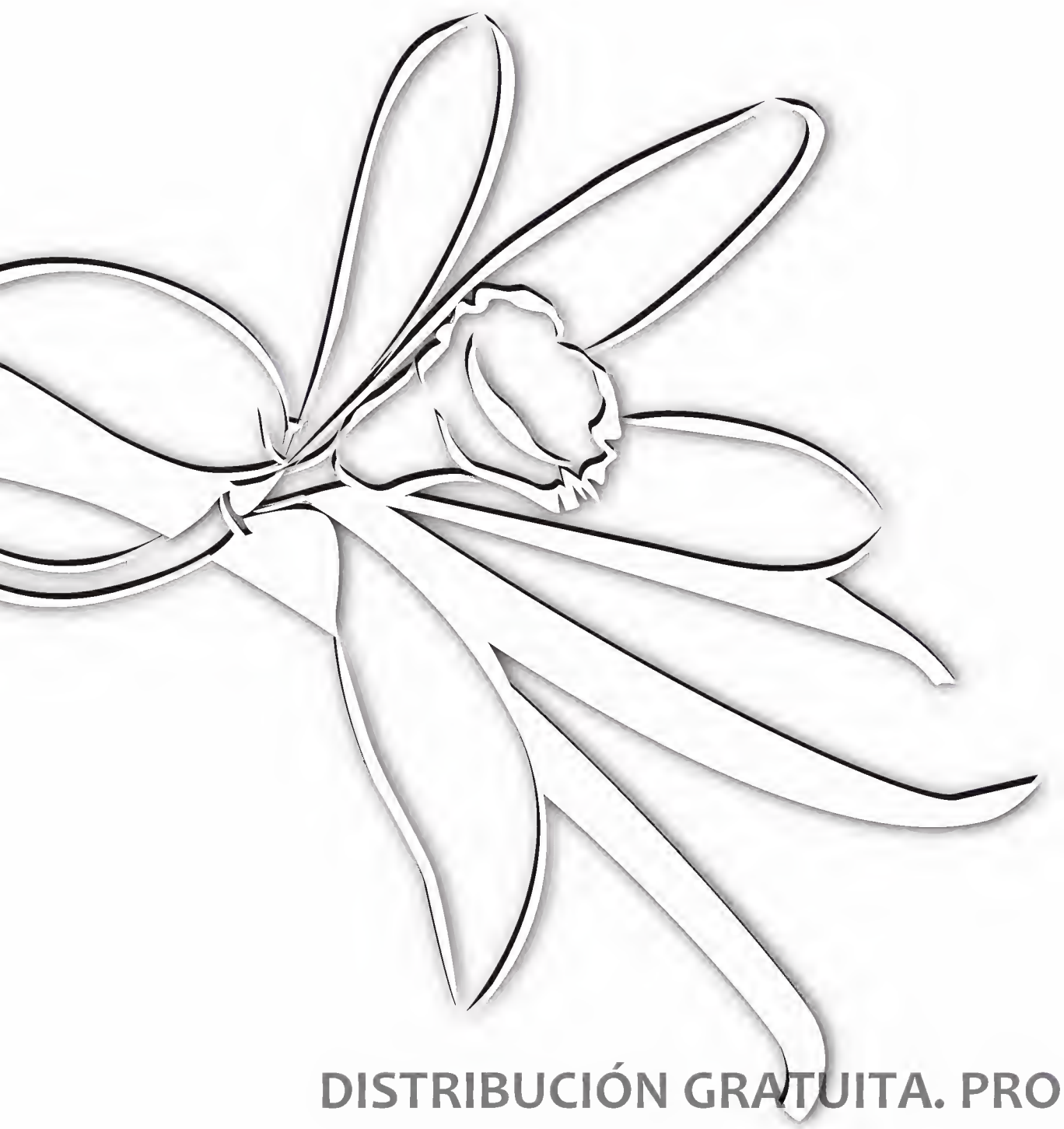
Pennington, R.D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. 3ª edición. UNAM/FCE, México.

Sánchez-Munguía, M.A. 2005. *Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950-2000*. UJAT, Tabasco.

Tudela, F. 1992. *La modernización forzada del trópico. El caso Tabasco Proyecto Integrado del Golfo*. COLMEX, México.

Tun-Dzul, F.J., H. Vester, R. Durán-García y B. Schmook. 2008. Estructura arbórea y variabilidad temporal del NDVI en los "bajos inundables" de la península de Yucatán, México. *Polibotánica* 25:69-90.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La selva inundable de canacoíte (*Bravaisia integerrima*)

Susana Ochoa Gaona y Emerson Almar Maldonado Sánchez

Introducción

Un tipo de vegetación representa una unidad florístico-estructural que resulta de la combinación de las condiciones edáficas, fisiográficas y climáticas de una localidad (Rzedowski 1978). En Tabasco se han identificado alrededor de 15 tipos de vegetación, entre los que destacan las selvas altas y medianas perennifolias que están distribuidas en la mayor parte del territorio estatal.

La selva mediana perennifolia de canacoíte (*Bravaisia integerrima*) asociada con la selva alta perennifolia de pío (*Licania platypus*) conforma unidades cuya particularidad tiene características edáficas que la separan de otras selvas tropicales (López 1980, López-Casanova 2001, Pennington y Sarukhán 2005; figura 1).

La selva de canacoíte se localiza en la planicie tabasqueña sobre suelos de origen aluvial de constitución arcillosa que presentan deficiente drenaje superficial e interno , lo que posibilita su persistencia dada su baja aptitud para uso agropecuario. A pesar de esto, tienden a desaparecer por la introducción de pastizales o por los terrenos que, una vez drenados, son utilizados para sembrar maíz, lo que provoca que disminuyan, sin que aún se conozcan a fondo sus recursos naturales forestales y su posible manejo (Pérez y Sarukhán 1970, Palma y Cisneros 1996).

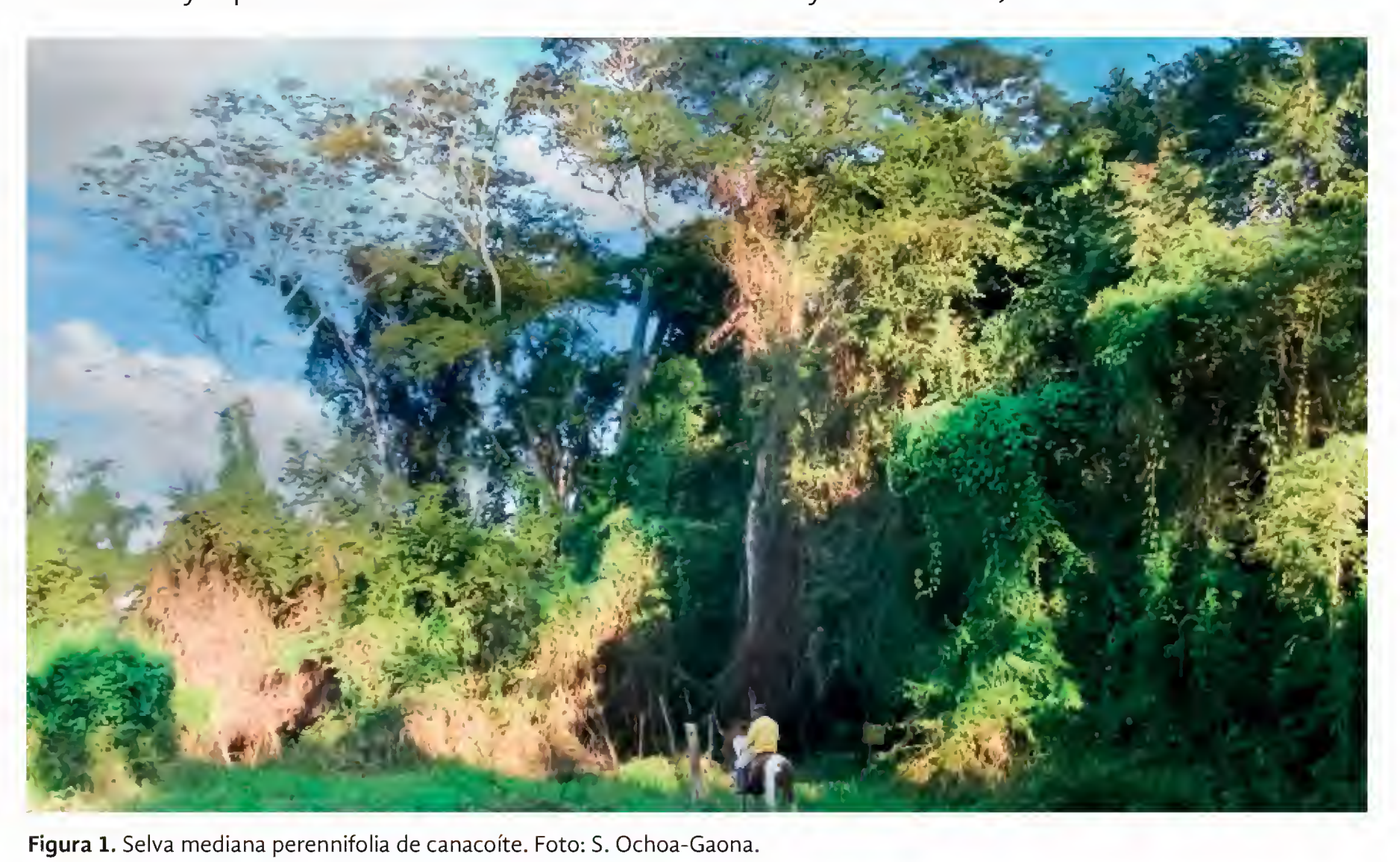


Figura 1. Selva mediana perennifolia de canacoíte. Foto: S. Ochoa-Gaona.

Ochoa-Gaona, S. y E. A. Maldonado. 2019. La selva inundable de canacoíte (*Bravaisia integerrima*). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 109-116.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La selva mediana perennifolia de canacoíte (SMPC) es una comunidad que puede alcanzar hasta 25 m de alto en las zonas más desarrolladas. Su característica fisonómica más notable son las raíces zancudas de la especie dominante: el canacoíte (*Bravaisia integerrima*), de ahí su nombre de selva de canacoíte o canacoital (figura 2). Frecuentemente, el canacoíte se asocia a varias especies de selva, como zapote negro (*Diospyros nigra*), ceiba (*Ceiba pentandra*), amargoso (*Vatairea lundellii*), macuilís (*Tabebuia rosea*) y matapalo (*Ficus* sp.; Pennington y Sarukhán 2005).

Aunque en el sureste de México existen amplias áreas que permanecen inundadas durante una parte o todo el año, las selvas que ocurren aquí han sido poco estudiadas. Tabasco destaca por tener grandes superficies inundables (Vega 2005), en las que distintas variedades de selvas medianas y bajas originalmente cubrían 49% del territorio (Tudela 1989, Guadarrama *et al*. 1993).

Al igual que otros ecosistemas selváticos, la SMPC ha perdido la mayor parte de su cobertura vegetal debido a la progresiva colonización, ya que los terrenos, una vez drenados, facilitan la ampliación de la frontera agrícola, el desarrollo de la ganadería, la explotación forestal y las actividades petroleras, así como la construcción de vías de comunicación, industria, urbanización, cambios en la hidrología local, entre otras (Rzedowski 1978, Tudela 1989, Challenger 1998, Sol *et al*. 1999, FAO 1999, Barba-Macías *et al*. 2006).

Figura 2. Base zancuda del árbol de canacoíte. Foto: S. Ochoa-Gaona.

Descripción de la selva mediana de canacoíte

En Tabasco, la SMPC sólo está representada en tres remanentes. Uno es la Reserva Ecológica Parque Estatal de la Chontalpa, el segundo está ubicado en el Poblado C-29 del municipio Cárdenas, y el tercero registrado como Yu-Balcah, en Tacotalpa, los cuales presentan dominio de canacoíte (*Bravaisia integerrima*; figura 3).

Parque Ecológico La Chontalpa, municipio Cárdenas

La zona pertenece a la región ecogeográfica planicie fluvio-deltaica que está formada por los depósitos aluviales de carácter deltaico (Ortíz-Pérez *et al*. 2005). Los suelos son profundos, arcillosos, con pH ligeramente ácido a neutro y buena disponibilidad de nutrimentos, propensos a los encharcamientos debido a la poca pendiente superficial y a su capacidad de retener humedad de la arcilla dominante (Montmorillonita), se agrietan en la época de secas y presentan procesos de hidromorfismo en los horizontes inferiores (gleyzación; Palma *et al*. 1999).

De acuerdo con Köppen, modificado por García (1973), el clima que corresponde al sitio es cálido húmedo con lluvias en verano (Am (f)(i') gw"), la temperatura promedio anual es de 26°C, los meses más fríos son diciembre, enero y febrero, y los más calurosos son mayo y junio; la temperatura mensual máxima es de 34.7°C y la mensual mínima promedio es de 17.4°C.

En cuanto a la humedad relativa, invariablemente se encuentra en 98% durante las primeras horas del día y la mínima extrema desciende hasta 68% en marzo. La velocidad del viento oscila de 10.8 a 39.6 km/h. La precipitación anual promedio es de 2 256 mm, y los meses más lluviosos son septiembre y octubre, con un promedio de 425 y 364 mm, respectivamente. De marzo a mayo es la época seca, y es cuando se registran precipitaciones correspondientes a 9.84% del total anual.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

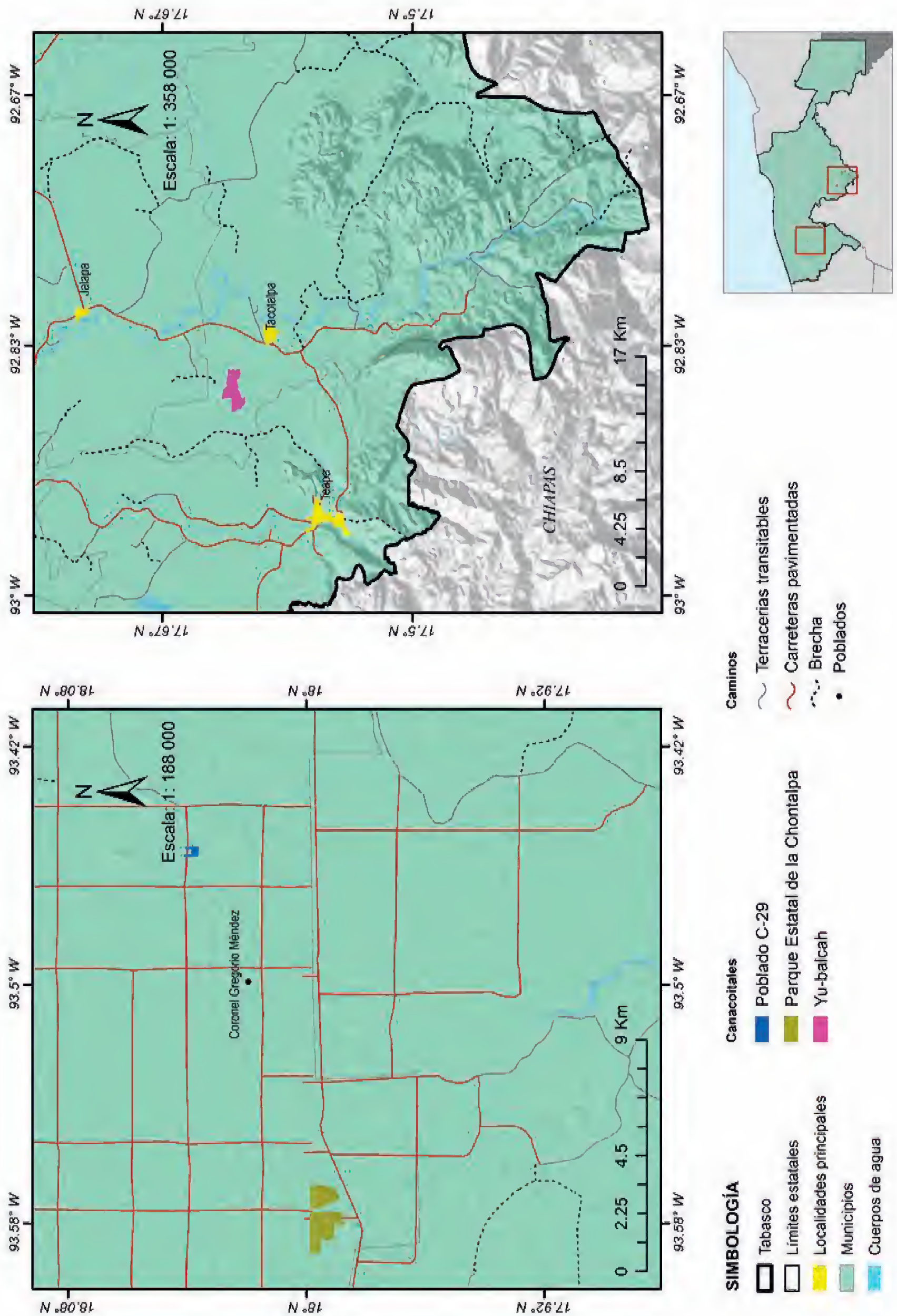


Figura 3. Mapa de distribución de los rodales remanentes de canacoíte. Fuente: Maldonado-Sánchez 2012, Ochoa-Gaona 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Este remanente de SMPC se localiza al sur del municipio Cárdenas con una extensión de 134 ha. Esta área ha cambiado, porque ha sufrido impactos directos provocados por la invasión de predios, la extracción selectiva de maderas para construir viviendas y la desecación ocasionada por la red de drenes que se crearon durante el desaparecido Plan Chontalpa, lo que ha contribuido al cambio de uso de suelo al pasar a pastizales y cañaverales (Maldonado-Sánchez 2012).

Fisonómicamente, la SMPC del Parque Ecológico de la Chontalpa presenta un estrato emergente con individuos que sobrepasan los 20 m, un estrato medio de individuos de hasta 15 m y un estrato bajo de individuos de hasta 10 m (cuadro 1).

Poblado C-29 General Vicente Guerrero, municipio Cárdenas

En el Poblado C-29 se ubica un pequeño remanente de SMPC, con 28 ha de extensión y se ubica a 7 km hacia el norte de la carretera federal Villahermosa-Cárdenas. Las condiciones físico-ambientales del sitio son similares a las del Parque Estatal de la Chontalpa, por la cercanía de los sitios.

Los terrenos donde se encuentra este relicto de selva son de uso comunitario y los ejidatarios han acordado conservarlo. Se sabe que ha habido propuestas para decretar el área como reserva sin que exista de manera oficial. A escala municipal se han asignado apoyos para conservarlos, pero no se han visto reflejados en el manejo o cuidado de este fragmento.

El paisaje adyacente al remanente de SMPC es dominado por un único elemento: el cultivo de caña de azúcar, el cual es objeto de tala y extracción selectiva de madera para construir chozas y sustraer bejucos para hacer canastos artesanales.

De manera recurrente los incendios llevados a cabo para la quema de la caña de azúcar llegan a internarse en la SMPC, lo que afecta la estructura del mismo. En el Poblado C-29 la SMPC presenta dos estratos, uno inferior de menos de 10 m y uno superior de más de 30 m (cuadro 2).

Cuadro 1. Principales especies por estratos en orden de importancia en la SMPC en el Parque Ecológico La Chontalpa.

Estrato	Nombre común	Nombre científico	Familia
Emergente > 20 m			
	Amatillo	*Ficus* sp.	Moraceae
	Barí [A]	*Calophyllum brasiliense*	Clusiaceae
	Amargoso [P]	*Vatairea lundellii*	Fabaceae
	Quebrache	*Zygia cognata*	Fabaceae
	Palo mulato	*Bursera simaruba*	Burseraceae
	Arenoso	*Brosimum* sp.	Moraceae
	Ramón	*Brosimum alicastrum*	Moraceae
	Chacahuante	*Simira salvadorensis*	Rubiaceae
	Pío	*Licania platypus*	Chrysobalanaceae
Medio de 20 -10 m			
	Canacoíte [A]	*Bravaisia integerrima*	Acanthaceae
	Jobo	*Spondias mombin*	Anacardiaceae
	Guácimo	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae
	Zapote de agua	*Pachira aquatica*	Malvaceae
	Candelero	*Cordia collococca*	Boraginaceae
	Uvero	*Coccoloba* sp.	Polygonaceae
	Corozo	*Attalea butyracea*	Arecaceae
	Ramoncillo	*Trophis racemosa*	Moraceae
	Macuilis	*Tabebuia rosea*	Bignoniaceae
Bajo < 10 m			
	Pochitoquillo	*Pleuranthodendron lindenii*	Salicaceae
	Lecherillo	*Tabernaemontana alba*	Apocynaceae
	Limoncillo	*Trichilia havanensis*	Meliaceae
	Palo blanco	*Casearia corymbosa*	Salicaceae
	Pacaya	*Andira inermis*	Fabaceae
	Huesillo	*Faramea occidentalis*	Rubiaceae
	Gogo	*Salacia elliptica*	Celastraceae
	Gusano	*Lonchocarpus guatemalensis*	Fabaceae
	Majagua	*Hampea nutricia*	Malvaceae

Especies clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: [A] = Amenazadas, [P] = En peligro de extinción. Fuente: Maldonado-Sánchez 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Reserva Ecológica Yu-Balcah

Este remanente se encuentra en la región ecogeográfica planicie fluvial interior del río La Sierra, de origen palustre, con un nivel topográfico de 50 msnm. Se presentan asociadas las siguientes unidades de suelos: Vertisol eútrico, que tienen un porcentaje de saturación de 50% ya que constituyen a los suelos arcillosos; y Fluvisol eútrico, que tienen buena permeabilidad y son profundos, ricos en nutrimentos y materia orgánica.

De acuerdo con Köppen, modificado por García (1973), el clima es cálido-húmedo con lluvias todo el año Af(m)w"(i)g, la temperatura promedio anual es de 26°C, los meses más fríos son diciembre y enero. La precipitación se caracteriza por un total de caída de agua de 4 014 mm con promedio máximo mensual de 588 mm en octubre y un mínimo mensual de 132 mm en abril. La velocidad del viento en la zona oscila de 30 km/h en junio y julio a 31 km/h en octubre y noviembre.

Esta comunidad está bastante aislada, en una zona con suelo Coluvio-Aluviales en el sur del estado, los canacoitales están inundados o enfangados durante las épocas de lluvias. El remanente de SMPC de la Reserva Ecológica Yu-Balcah tiene una extensión de 266 ha, y se ubica en el municipio Tacotalpa. Por varios años funcionó como un centro ecoturístico, pero cerró sus puertas en el año 2006 porque es de propiedad privada. El remanente de SMPC ha ido recuperando terreno ya que no se encuentra bajo ningún tipo de presión; sin embargo, sigue siendo objeto de recolección de alimento, como de flor de chichón (*Astrocaryum mexicanum*) y del fruto del guapaque (*Dialium guianense*) para cuya recolección algunas veces se derriba el árbol por completo, asimismo se extrae madera para leña y caza de animales, debido a que el sitio presenta buenas condiciones de conservación lo que mantiene la fauna nativa del sitio, como del mono aullador (*Alouatta palliata*; Congreso del Estado 2000).

La SMPC de Yu-Balcah es el remanente en Tabasco con menos perturbación y que conserva las especies

Cuadro 2. Principales especies por estratos en orden de importancia en la SMPC en el poblado C-29 en Cárdenas, Tabasco.

Estrato	Nombre común	Nombre científico	Familia
Medio > 13 m			
	Canacoíte [A]	*Bravaisia integerrima*	Acanthaceae
	Guácimo	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae
	Quebrache	*Zygia cognata*	Fabaceae
	Lecherillo	Tabernaemontana *alba*	Apocynaceae
	Barí [A]	*Calophyllum brasiliense*	Clusiaceae
	Jobo	*Spondias mombin*	Anacardiaceae
	Ramoncillo	*Trophis racemosa*	Moraceae
	Amatillo	*Ficus* sp.	Moraceae
	Pío	*Licania platypus*	Chrysobalanaceae
Bajo ≤ 10 m			
	Huesillo	*Faramea occidentalis*	Rubiaceae
	Jahuacte [Pr]	*Bactris balanoidea*	Arecaceae
	Pochitoquillo	*Pleuranthodendron lindenii*	Salicaceae
	Chelele	*Inga sapindoides*	Fabaceae
	Uvero	*Coccoloba* sp.	Polygonaceae
	Amate	*Ficus* sp.	Moraceae
	Carne de caballo	*Andira inermis*	Fabaceae
	Limoncillo	*Trichilia havanensis*	Meliaceae
	Palo blanco	*Casearia corymbosa*	Salicaceae
	Guarumo	*Cecropia obtusifolia*	Urticaceae
	Gogo	*Salacia elliptica*	Celastraceae
	Lechoso	*Tabernaemontana donnell-smithii*	Apocynaceae
	Apompo	*Pachira aquatica*	Malvacea
	Coscorrón	*Crateva tapia*	Capparaceae
	Laurelillo	*Nectandra salicifolia*	Lauraceae

Especies clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: [A] = Amenazadas, [Pr] = Sujetas a protección especial. Fuente: Maldonado-Sánchez 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

propias de esta comunidad reportadas por Pennington y Sarukhán (2005), como *Diospyros nigra*, *Ceiba pentandra*, *Vatairea lundellii* y *Ficus* spp. Se encuentra asociada con la selva alta perennifolia de pío (*Licania platypus*) con la que comparte elementos de su composición.

En la SMPC de Yu-Balcah se puede observar el dominio de la especie *B. integerrima* con alturas que oscilan entre los 20 y 25 m (cuadro 3). El suelo es de tipo arcilloso que permanece inundado varios meses del año, las raíces adventicias que presentan el canacoíte y el chichón funcionan como retenedoras de suelo en forma de montículos que forman canales, los cuales se ramifican en época de lluvias alcanzando un tirante de agua de hasta 50 cm.

Conforme se interna al remanente, se pueden observar cambios en la composición y altura de las especies arbóreas. Esto está determinado por el aumento en el microrrelieve con lo que se forman los llamados *gilgai* (promontorios de hasta 40 cm entre las crestas y las partes bajas; Palma-López *et al*. 1999). En el sitio, la pendiente no sobrepasa 1%, lo que influye en el grado de inundación y se observan cambios en la altura del estrato arbóreo y en el nivel y permanencia de inundación (Maldonado-Sánchez 2010, 2012).

Conclusiones

Son pocos los remanentes de selva mediana perennifolia de canacoíte en Tabasco. Su área de cobertura es

Cuadro 3. Principales especies por estratos en orden de importancia en la SMPC y SAPP en Yu-Balcah, Tacotalpa.

Estrato	Nombre común	Nombre científico	Familia
Emergente > 25 m			
	Jobo	*Spondias mombin*	Anacardiaceae
	Pishinhui	*Guarea glabra*	Meliaceae
	Palo mulato	*Bursera simaruba*	Burseraceae
	Amargoso [P]	*Vatairea lundellii*	Fabaceae
	Pío	*Licania platypus*	Chrysobalanaceae
	Ceiba	*Ceiba pentandra*	Malvaceae
	Caoba	*Swietenia macrophylla*	Meliaceae
	Cachimbo	*Platymiscium yucatanum*	Fabaceae
	Chacahuante	*Simira salvadorensis*	Rubiaceae
	Barí [A]	*Calophyllum brasiliense*	Clusiaceae
	Zapote negro	*Diospyros nigra*	Ebenaceae
	Oshe	*Pseudolmedia* sp.	Moraceae
	Guapaque	*Dialium guianense*	Fabaceae
Medio 25 – 10 m			
	Canacoíte [A]	*Bravaisia integerrima*	Acanthaceae
	Candelero	*Cordia collococca*	Boraginaceae
	Tocoy	*Coccoloba barbadensis*	Polygonaceae
	Zapote de agua	*Pachira aquatica*	Malvaceae
	Gusano de montaña	*Lonchocarpus* sp.	Fabaceae
	Pacaya	*Andira inermis*	Fabaceae
	Cascarillo	*Guarea* sp.	Meliaceae
	Quebrache	*Zygia cognata*	Fabaceae
	Amatillo	*Ficus* sp.	Moraceae
	Saman	*Albizia saman*	Fabaceae
Bajo < 10 m			
	Chichón	*Astrocaryum mexicanum*	Arecaceae
	Escoba [A]	*Cryosophila stauracantha*	Arecaceae
	Cuerillo	*Ampelocera hottlei*	Ulmaceae
	Zapotillo	*Pouteria campechiana*	Sapotaceae
	Ciruelillo	*Casearia* sp.	Salicaceae
	Limoncillo	*Trichilia havanensis*	Meliaceae
	Lechoso	*Tabernaemontana alba*	Apocynaceae
	Molinillo	*Quararibea funebris*	Malvaceae
	Pochitoquillo	*Casearia corymbosa*	Salicaceae

Especies clasificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: [A] = Amenazadas, [P] = En peligro de extinción. Fuente: Maldonado-Sánchez 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de aproximadamente 500 ha. Estos sitios presentan buena cantidad de especies nativas de la selva mediana perennifolia de canacoíte (SMPC) y, dentro de su riqueza florística, se tienen registradas cinco especies vegetales presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010 entre árboles y palmas.

Las especies *Bactris major*, *Bravaisia integerrima*, *Calophyllum brasiliense*, *Cryosophila stauracantha* y *Vatairea lundellii*, catalogadas en dicha norma, aún abundan en los sitios estudiados y son parte activa en la estructura y dinámica de la selva. Aunque se han hecho esfuerzos por conservar los remanentes de SMPC al convertirlos en reservas ecológicas de manera oficial o solo formal, los decretos estatales de ANP de la SMPC han contribuido a detener su deforestación intensiva (Congreso del Estado 1995, 2000); sin embargo, esto no ha sido una solución determinante, ya que se siguen extrayendo selectivamente sus elementos biológicos, puesto que no se llevan a cabo actividades de vigilancia, manejo, conservación, educación ambiental, investigación y reforestación que se contemplan en los planes de manejo y decretos oficiales de reservas ecológicas.

En el caso de Yu-Balcah, el dueño del predio impulsó un desarrollo de recreación que incluía el relicto de SMPC como parte del atractivo turístico; sin embargo, por la baja rentabilidad, este proyecto se suspendió y la reserva quedó abandonada con la incertidumbre de la consideración de los actuales dueños del predio sobre la permanencia del remanente de selva de canacoíte. En el caso de la Chontalpa, el remanente es manejado por el Colegio de Posgraduados en Tabasco, y puede ser que se conserve; sin embargo, las presiones sociales siguen perturbando y degradando el ecosistema.

Por último, el C-29 no tiene decreto oficial, y es por la convicción de la gente que éste se mantiene. La poca extensión de estos remanentes y la falta de una gran cantidad de especies forestales hacen que estos sitios de gran importancia ecológica no tengan una perspectiva de manejo sustentable. Por ello es necesario trabajar en la educación ambiental de los pobladores y manejadores de estos remanentes para promover su conservación. Asimismo, es imperante continuar con estudios biológicos y ecológicos que representen los últimos reservorios de este tipo de vegetación en el sureste de México.

Referencias

Barba-Macías, E., J. Rangel y R. Ramos. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia* 22(2):101-110.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. CONABIO/Instituto de Biología-UNAM/Agrupación Sierra Madre. S.C., México.

Congreso del Estado. 1995. Decreto No. 5470, Reserva Ecológica de La Chontalpa. Publicado el 8 de febrero de 1995 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 2000. Acuerdo No. 14688, Reserva Ecologica Yu-Balcah. Publicado el 10 de junio de 2000 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

FAO. 1999. *Informe sobre comunicación para el desarrollo. 1996-1997*. FAO, Italia.

García E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía-UNAM, México.

Guadarrama, M.A., G. Ortiz-Gil y M.A. Magaña. 1993 Las selvas inundables de Tabasco, México: su aporte florístico-ecológico y estado actual. En: *XII Congreso Mexicano de Botánica*. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

López-Casanova, S. 2001. *Distribución, estructura y características de los suelos de la selva de canacoíte Bravaisia integerrima (Spreng) Standl en el estado de Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

López, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

Maldonado-Sánchez, E.A. 2010. Estructura y diversidad arbórea de una selva alta perennifolia en Tacotalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 26(2):235-245.

——. 2012. *Estructura y distribución de la selva inundable de Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl. en Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias. ECOSUR, Villahermosa.

Ochoa-Gaona, S. 2012. Composición, estructura y distribución de selva mediana inundable de *Bravaisia integerrima* (Spreng.) Standl. en el estado de Tabasco, México. Informe final del proyecto a FOMIX CONACYT-Tabasco, TAB-2009-C18-121006, Villahermosa.

Ortíz-Pérez M.A., C. Siebe y S. Cram. 2005. Diferenciación geográfica de Tabasco. En: *Biodiversidad de Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Alvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 305-322.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Palma-López, D., E. García, A. Sol y F. Juárez. 1999. Plan de manejo de la Reserva Ecológica de la Chontalpa. Campus Tabasco-Colegio de Posgraduados/SEDESPA, Tabasco.

Palma-López, D. y D.J.P. Cisneros. 1996. *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco*. ISPROTAB/Fundación Produce Tabasco A.C./Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

Pennington, T.D y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México*. 3ª edición. Instituto de Ecología-UNAM/FCE, México.

Pérez, L.A. y J. Sarukhán. 1970. La vegetación de la región de Pichucalco, Chiapas. En: *Contribuciones al estudio ecológico de las zonas cálido-húmedas de México* (2). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales/Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, pp. 49-123.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sol, A., V.A. Pérez, T.M.S. Vázquez *et al*. 1999. Diversidad y composición florística de la selva de canacoíte en la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 15 (28):53-83.

Tudela, F. (coord.). 1989. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco, México*. COLMEX, México.

Vega, M.A. 2005. *Plan de conservación para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos*. CONANP/The Nature Conservancy/ Laguna de Términos/USAID/Pantanos de Centla, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: La selva mediana inundable de canacoíte (*Bravaisia integerrima*) en el poblado C-29, Plan Chontalpa, municipio Cárdenas

Candelaria Garcias Morales, Ofelia Castillo Acosta, Luisa Cámara Cabrales y Joel Zavala Cruz

Introducción

Desde 1970 las selvas de Tabasco han disminuido en 95% (Zavala y Castillo 2002), y de 1990 a 2000 la superficie de selvas húmedas disminuyó de 5 a 1.6% (Sánchez 2005). Las principales causas son la deforestación causada por el cambio de uso del suelo de selvas a pastizales y la mala ejecución de planes de desarrollo impulsados por el gobierno federal para convertir zonas tropicales en productoras de granos (Tudela 1992).

El Plan Chontalpa, cuya extensión es de 95 000 ha, fue sujeto a la tala de la vegetación original de selva inundable, sólo quedaron algunos fragmentos de selva de canacoíte, que suman 0.3% de la superficie original, que incluye a la Reserva Ecológica de la Chontalpa (Palma-López *et al*. 1999). Estos relictos están sujetos a presiones por las actividades asociadas a la ampliación de zonas de pastizales, cultivos y a la desforestación para establecer y/o ampliar el área de los asentamientos humanos. Por ello se propuso conocer la estructura y composición florística de este relicto de selva inundable de canacoíte y comparar su similitud florística con otros relictos del estado.

El análisis formó parte del proyecto de investigación de tesis de Garcias-Morales (2010) y la investigación regional forestal de la unidad de manejo forestal Chontalpa UMAFOR (Cámara-Cabrales *et al*. 2010). El área estudiada es un relicto de selva mediana subperenifolia de canacoíte (*Bravaisia integerrima*) en el ejido Vicente Guerrero (conocido como C-29), municipio Cárdenas, Tabasco (López 1980). Las coordenadas geográficas son 18° 03' 45" y 18° 4' 11" N y 93° 27' 20" y 73° 27' 13" O.

El C-29 se localiza en la planicie fluviodeltaica (Ortiz-Pérez *et al*. 2005) en relieves de llanuras aluviales bajas y cóncavas. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am"w"ig), presenta una precipitación anual de 2 324 mm y una temperatura media anual de 26°C (García 1973). Los suelos típicos son Gleysol mólico y Vertisol eútrico (Palma-López *et al*. 2007), ambos de textura arcillosa; el primero presenta saturación de agua por manto freático algunos meses, y el segundo muestra drenaje deficiente en la época de lluvias.

La selva de canacoíte del C-29 tiene una extensión de 30 ha y está rodeada de cultivos de caña, maíz, frijol, entre otras (figuras 1 y 2). Presenta una diversidad florística muy alta de acuerdo con el Índice de Shannon, el cual permite conocer la relación de riqueza y abundancia de las especies en un lugar. En el área de estudio toma un valor de tres, lo que coincide con el reportado por Sol-Sánchez *et al*. (1999) para la reserva ecológica del Plan Chontalpa, en la que se presenta también un relicto de selva de canacoíte.

Resultados

Se registraron 32 familias botánicas, 56 géneros y 62 especies (Garcias-Morales 2010). Las familias botánicas que presentaron la mayor cantidad de especies fueron Fabaceae, Malvaceae, Rubiaceae, Moraceae y Apocynaceae con ocho, seis, cinco y cuatro especies en las últimas dos familias (figura 3).

De las 62 especies reportadas, 51 son árboles (apéndice 13); el canacoíte (*B. integerrima*) fue la especie con mayor valor de importancia biológica (IVI) con 51.5 (cuadro 1), ya que es dominante en

Garcias-Morales, C., O. Castillo-Acosta, L.C. Cámara-Cabrales y J. Zavala-Cruz. 2019. La selva mediana inundable de canacoíte *(Bravaisia integerrima)* en el poblado C-29, Plan Chontalpa, municipio Cárdenas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 118-122.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

los estratos medio y alto, y su densidad es frecuente y alta; la segunda especie en importancia biológica fue el huesillo (*Faramea occidentalis*) que, con 279 individuos, fue la más abundante en el primer estrato (figura 4).

Al analizar las clases diamétricas se observó una curva de frecuencia conocida como "J" invertida, que indica que existen más árboles juveniles respecto a árboles adultos (Bongers 1988). Esto puede interpretarse como parte de un proceso de regeneración y continuidad de las especies dentro de la selva (figura 5). Los árboles juveniles y arbustos están en el rango de 2.5 a 16.1 cm de diámetro, mientras que los árboles maduros (adultos) se encuentran dentro del rango de 16.1 a -220 cm de diámetro.

Otra especie que domina en el estrato alto del canacoital es el árbol cabeza de mico (*Licania platypus*). Este relicto contiene especies como amargoso (*Vatairea lundelli*), canacoíte (*B. integerrima*), bactris (*Bactris balanoidea*) y barí (*Calophyllum brasiliense*) que se encuentran dentro de algún estatus de la NOM-059 (SEMARNAT 2010). También se localiza en el área el cachimbo (*Platymiscium yucatanum*), donde se utiliza para fabricar marimbas, por lo que posee importancia cultural en la región.

La presencia de especies como cornezuelo (*Acacia cornigera*), guarumo (*Cecropia obtusifolia*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*) es indicadora de perturbación de la selva (Rzedowski 1978). Estas especies fueron observadas tanto en las orillas de la selva –por efecto de la quema de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)–, como en el interior debido a la formación de claros artificiales ocasionados por extracción de madera. Esta perturbación también puede relacionarse con el mejoramiento y construcción de drenes y drenaje de agua excedente en el área, durante la ejecución de Plan Chontalpa en los años sesenta (Tudela 1992), por lo que disminuyó la incidencia de inundaciones y se acortó el tiempo de afectación por manto freático elevado.

En ambientes naturales, la selva de canacoíte tiene condiciones edáficas especiales, y la inundación estacional condiciona la baja composición florística (Pérez-Jiménez y Sarukhán 1970). La característica fisonómica más notable del árbol de canacoíte son las raíces zancudas (Pennington y Sarukhán 2005).

Conclusión y recomendaciones

El relicto de selva es importante porque aún conserva características de una selva inundable conservada; no obstante, sufrió modificaciones severas en la hidrología superficial durante el desarrollo del Plan Chontalpa. Tampoco se encuentra sujeto a ningún programa de conservación oficial, pero está protegido por acuerdo con la asamblea de los ejidatarios del C-29; por lo tanto, se propone que sea decretado como una reserva ecológica a nivel municipio, ya que es uno de los pocos relictos de este tipo de selva en la región.

Para ello, es necesario desarrollar programas de conservación que permitan a los ejidatarios obtener beneficios por los servicios ambientales que proporciona, como la captura de carbono y la conservación del hábitat de especies animales. Asimismo, es necesario implementar programas de uso sustentable para aprovechar especies nativas maderables, como cachimbo (*Platymiscium yucatanum*), amargoso (*Vatairea lundellii*), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y ceiba (*Ceiba pentandra*).

Con el apoyo del municipio, centros de investigación y organismos de conservación ambiental, el sitio puede ser una excelente alternativa para la educación ambiental que contribuya a concientizar a los habitantes rurales y urbanos de la región Chontalpa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

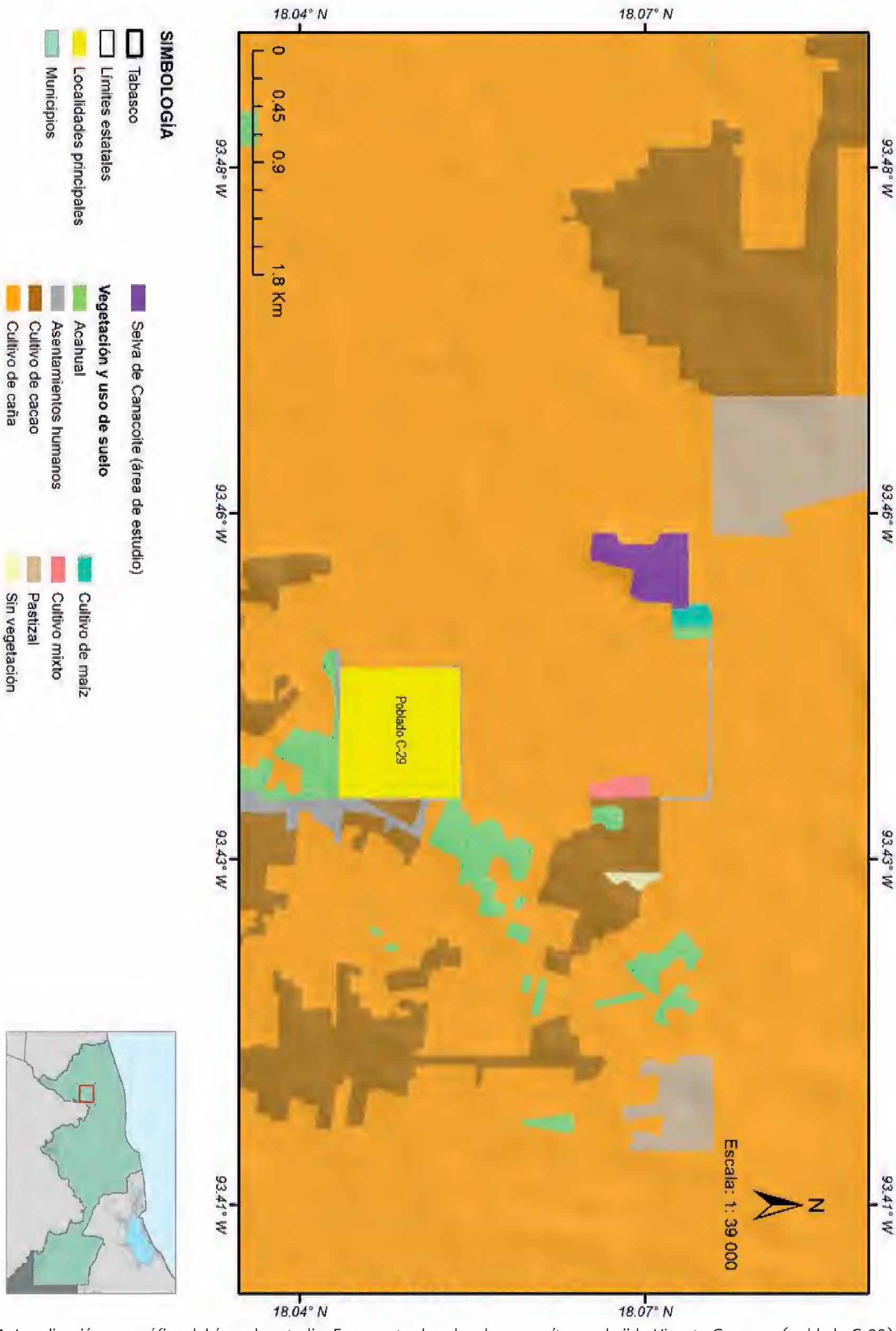


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. Fragmento de selva de canacoíte en el ejido Vicente Guerrero (poblado C-29), municipio Cárdenas. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Fragmento de selva de canacoíte en el ejido Vicente Guerrero, poblado C-29 de la región Chontalpa, municipio Cárdenas. Foto: Candelaria Garcias-Morales.

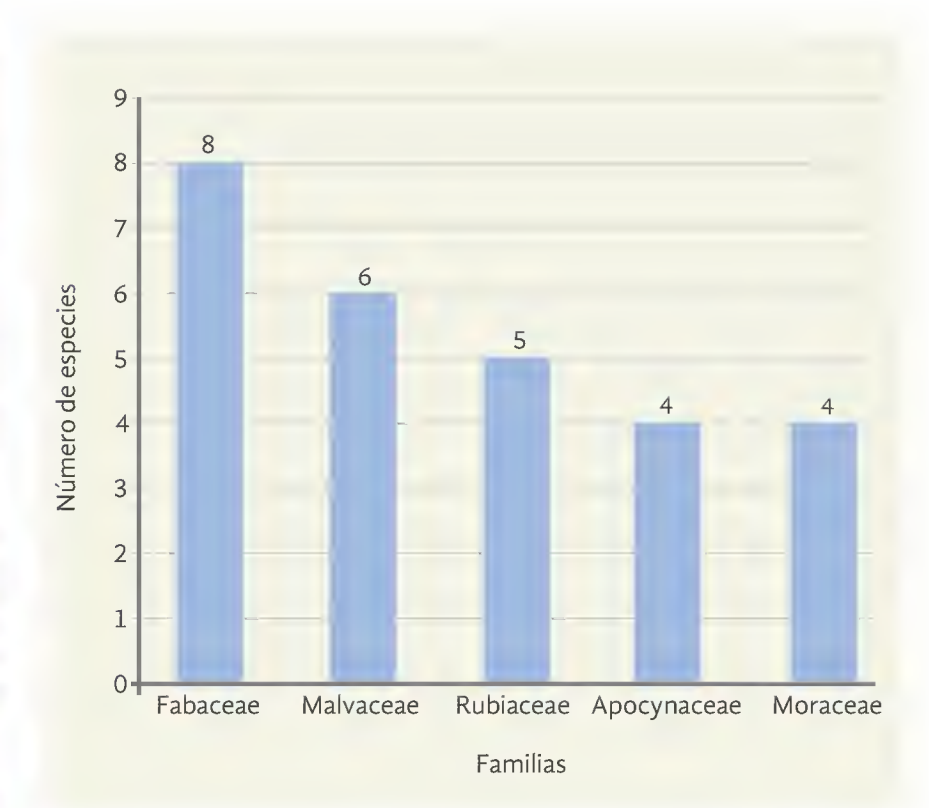


Figura 3. Familias más abundantes de acuerdo con la riqueza de especies encontrada en el fragmento de selva de canacoíte en el poblado C-29 del municipio Cárdenas. Fuente: Garcias-Morales 2010.

Cuadro 1. Abundancia, frecuencia, densidad y dominancia relativa e índice de valor de importancia biológica (IVI). Este último es la suma de los valores relativos antes mencionados para las cinco especies más importantes en el fragmento de selva mediana subperennifolia de canacoíte (*Bravaisia integerrima*) en el poblado C-29, municipio Cárdenas.

Especies	Abundancia	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Dominancia relativa	IVI
Bravaisia integerrima	193	3.71	7.97	39.89	51.57
Faramea oxidentalis	279	4.85	8.81	1.06	14.72
Pleuranthodendron lindenii	194	3.79	7.83	2.33	13.96
Guazuma ulmifolia	28	2.55	1.67	4.30	8.53
Trophis racemosa	40	1.90	3.21	0.67	5.80

Fuente: Garcias-Morales 2010.

Figura 4. Huesillo *Faramea occidentalis*. Fragmento de selva de canacoíte en el ejido Vicente Guerrero, poblado C-29 de la región Chontalpa, municipio Cárdenas. Foto: Candelaria Garcias-Morales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

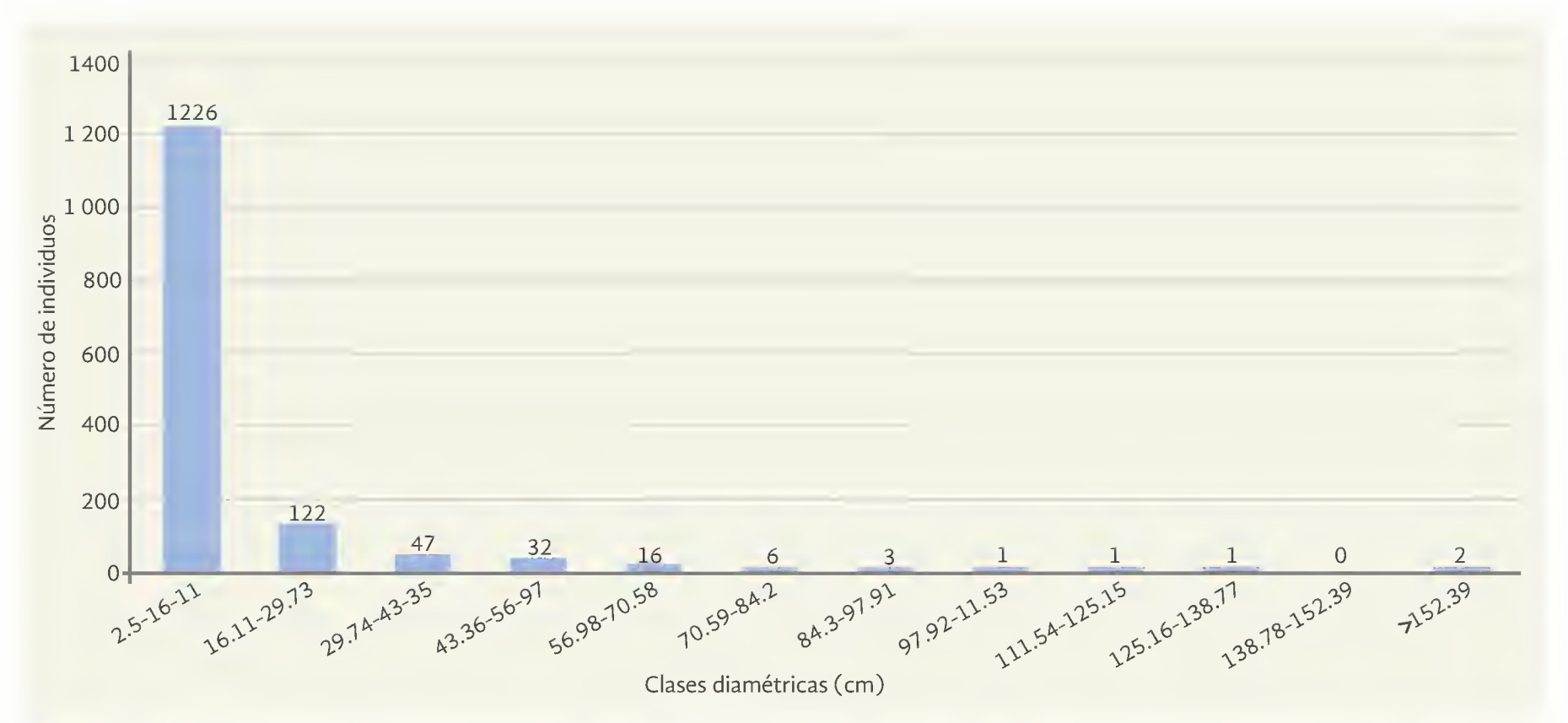


Figura 5. Distribución de clases diamétricas de *Bravaisia integerrima*. La especie más abundante del fragmento de selva de canacoíte en el ejido Vicente Guerrero (poblado C-29), municipio Cárdenas. N = número de individuos. Fuente: Garcias-Morales 2010.

Referencias

Bongers, F., J. Popma, J.M. del Castillo y J. Carabias. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. *Vegetatio* 74(1):55-80.

Cámara-Cabrales, L.C., T.H. Hernández, A.A Galindo *et al*. 2010. *Estudio regional de la* UMAFOR *de la Chontalpa*. DACBiol-UJAT/CONAFOR/Unión de Silvicultores, México.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía-UNAM, México.

Garcias-Morales, C. 2010. *Estructura y composición florística: una propuesta de conservación de un relicto de selva mediana perennifolia de canacoíte en el Poblado C-29 de Cárdenas, Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

López, M.R. 1980. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH/Colección Agricultura Tropical/Centro Regional Tropical Puyacatengo/Dirección de Difusión Cultural México. Colección Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 1.

Ortiz-Pérez, M.A., C. Siebe y S. Cram. 2005. Diferenciación ecogeográfica de Tabasco. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 305-322.

Palma-López, D.J., E. García L., A. Sol S. y F. Juárez. 1999. Plan de manejo de la Reserva Ecológica de la Chontalpa. Colegio de Postgraduados/SEDESPA, Tabasco.

Palma-López, D.J., J. Cisneros D., E. Moreno C. y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco*. 3ª edición. ISPROTAB/Fundacion Produce Tabasco/Colegio de Postgraduados, Villahermosa.

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies*. FCE, México.

Pérez, L.A. y J. Sarukhán. 1970. La vegetación de la región de Pichucalco, Chiapas. En: *Contribuciones al estudio ecológico de las zonas cálido-húmedas de México (2)*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales/Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, pp. 49-123.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.

Sánchez, M.A. 2005. *Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950-2000*. UJAT, Tabasco.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sol-Sánchez, A., V.A. Pérez., T.M.S. Vásquez *et al*. 1999. Diversidad y composición florística de la selva de canacoíte en la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 15:53-83.

Tudela, F. 1992. *La modernización forzada del trópico: El caso de Tabasco. Proyecto integrado del golfo*. COLMEX/Centro de Investigación y Estudios Avanzados-IPN/IFIAS/UNRISD, México.

Zavala, J. y O. Castillo. 2002. Cambios de uso de la tierra en el estado de Tabasco. En: *Plan de uso sustentable de los suelos del Estado de Tabasco*. D.J. Palma-Lopez y A. Triano S. (eds.). ISPROTAB/Campus Tabasco-Colegio de Postgraduados, Villahermosa, pp. 38-56.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los manglares

Humberto Hernández Trejo, María del Carmen Jesús García, Alma Deysi Anacleto Rosas y Víctor Rivera Monroy

Introducción

Los manglares se caracterizan por ser comunidades de especies leñosas localizadas en la zona intermareal de los sistemas costeros del mundo, y ocupan una pequeña porción de la cobertura vegetal mundial que cubre alrededor de 240 x 10^3 km^2 (Twilley *et al.* 1996), y son la vegetación dominante de estuarios, deltas, lagunas costeras y bahías.

Son característicos de las regiones tropicales y subtropicales (Tomlinson 1986, Twilley *et al.* 1996) y, generalmente, se encuentran sobre sedimentos suaves en zonas protegidas del oleaje, aunque se pueden establecer en playas rocosas o sobre barreras arrecifales (Thom 1982, Woodrofe 1992).

Otra de sus peculiaridades es que presentan una marcada zonación (patrones de distribución de las diferentes especies de mangle) dentro de la cual los taxa que los componen se segregan en función de la salinidad, nivel de marea, oxigenación (Chapman 1975), geomorfología (Thom 1967, 1982, Woodrofe 1992), procesos físicos particulares (Woodrofe 1992), complejidad topográfica (Harcourt y Sayer 1996), depredación (Robertson *et al.* 1990, Smith 1992) y herbivoría (Ellison y Farnsworth 1992).

Diversidad

Debido a las condiciones físicas, suelos salinos y saturados de agua o inundados en las que se desarrollan los manglares, es poca su diversidad florística. Históricamente el número de especies reconocidas como mangles verdaderos ha variado: Chapman (1976) reconoce 82 especies, Tomlinson (1986) 54 especies, y Duke (1992) 62 especies y siete híbridos. La propuesta de Tomlinson (1986) es la más aceptada.

De las 54 especies reconocidas de mangles, seis están presentes en México: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora harrisonii* (Rico-Gray 1981), *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor* (Tovilla com. pers.) y *Conocarpus erectus*, de las cuales en Tabasco se encuentran cuatro especies: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*; Thom 1967, West *et al.* 1987).

En condiciones de menos salinidad, el manglar tiende a asociarse a especies características de vegetación riparia, como palomillo (*Citharexylum hexangulare*), icaco (*Chrysobalanus icaco*) y tucui (*Pithecellobium lanceolatum*); y con la mucalería en lugares alterados donde abundan leguminosas trepadoras de los géneros *Dalbergia* y *Machaerium*, comunidades hidrófitas y selvas inundables dominadas por pukté (*Bucida buceras*) y zapote de agua (*Pachira aquatica*), por lo que aumenta la cantidad de especies asociadas a los manglares del estado. En la literatura se reportan 122 especies (Thom 1967, López-Portillo 1982, Domínguez-Domínguez 1991, Magaña-Alejandro 1999, Marín-Hernández 2005).

Cuando el manglar está poco impactado hay escasas especies herbáceas en su interior, sobre todo epífitas, como la orquídea *Brassavola nodosa* y las del género *Tillandsia*; por el contrario, cuando es alterado, abundan herbáceas como el helecho cola de lagarto (*Acrostichium aureum*) y saladilla (*Batis maritima*), *Spartina spartinae* y *Salicornia bigelovii* (Magaña-Alejandro 1999); otras especies frecuentes de esta comunidad son *Acrostichium aureum* y *Brassavola nodosa* (Murren y Ellison 1998).

Hernández-Trejo, H., M.C. Jesús-García, A.D. Anacleto-Rosas y V. Rivera Monroy. 2019. Los manglares. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 123-132.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estructura

La costa de Tabasco se encuentra en un escenario compuesto por un gran sistema fluvial: el Mezcalapa-Grijalva-Usumacinta, y está asociado a lagunas costeras como Mecoacán y Carmen-Pajonal-Machona, entre otras (Thom 1982, Ortíz-Pérez *et al.* 2005). La combinación de una gran descarga fluvial y el oleaje de alta energía redistribuyen los sedimentos, principalmente arena, para formar barras extensas a lo largo del litoral.

Estos procesos han modelado una planicie formada por cordones litorales y lagunas estrechas discontinuas ligados ambos ambientes a la planicie aluvial. Al interior de este escenario regional, y a escala local, se han formado diferentes ambientes geomorfológicos (Thom 1967) en los cuales se desarrolla el manglar que, por su origen, se agrupan de la siguiente manera:

a) Geoformas de origen fluvial (cuencas interfluviales y riberas de ríos) con manglares mixtos mezclados con especies glicófitas. Es una zona fluvial típica con niveles de inundación de medios a altos, los suelos tienden a ser turbosos con salinidades bajas.
b) Geoformas de origen lacustre (planicies lodosas) caracterizadas por rodales dominados por mangle negro (*A. germinans*) y, en las márgenes de los cauces interiores y lagunetas, por mangle rojo (*R. mangle*). Es un ambiente influido por las mareas con altos niveles de inundación, suelos arcillo-limosos, y el agua intersticial presenta gran salinidad.
c) Geoformas de origen fluvio marino (cordones litorales), con un ambiente dominado por el mangle botoncillo (*C. erectus*). Tiene bajos niveles de inundación en las crestas de los cordones y medios en los intercordones; los suelos son arenosos con poca salinidad.

En cada uno de los ambientes mencionados varía la estructura vertical de la vegetación, desde los manglares que presentan un solo estrato arbóreo, como en las planicies lodosas con alturas de entre 10 y 15 m, hasta los multiestratificados, en los que los mangles pueden alcanzar hasta 30 m de altura y se mezclan con elementos de selvas inundables, como en las cuencas interfluviales (Thom 1967, West *et al.* 1987).

Los mangles se establecen al seguir los sedimentos depositados por los ríos, en los cuales con el se pueden presentar manglares con una sola especie o con varias, dependiendo del material que los componen y al tiempo de exposición.

El arreglo espacial más frecuente se asemeja a bandas o zonas que se ubican de la orilla del cuerpo de agua hacia el interior, de la siguiente forma: mangle rojo (*R. mangle*) presenta su mayor densidad en la orilla de los ríos y lagunas costeras, como en los manglares de los pantanos de Centla (figura 1); mangle negro (*A. germinans*), que se establece atrás de la línea formada por el mangle rojo a manera de masas puras, como en la laguna de Mecoacán (figura 2) o puede formar manglares mixtos con mangle rojo (*R. mangle*) y mangle blanco (*L. racemosa*; figura 3) como sucede cerca de la costa, entre los ríos González y Cuxcuchapa; y mangle botoncillo (*C. erectus*; figura 4), que puede formar masas puras o mezclarse con elementos de selva baja y mediana donde la salinidad aparentemente es baja, como en el ejido La Victoria y la playa El Bosque cercanos a la ciudad Frontera.

Algunos estudios sobre la estructura del manglar relacionan variables fisicoquímicas del suelo con variables dasométricas. En 1991, Domínguez-Domínguez encontró que, en la laguna de Mecoacán, la especie dominante fue el mangle negro (*A. germinans*), y que los factores fisicoquímicos del suelo y agua influyen directamente en la talla y estratificación de la vegetación.

Posteriormente (1999), Magaña-Alejandro analizó la relación entre la salinidad y algunos nutrientes con la estructura de la comunidad de manglar en la laguna El Arrastradero del municipio Paraíso. Dentro de los datos ecológicos obtenidos sobresalen la altura media de los mangles (7.2 m), la media del área basal (2.05 m^2/0.1 ha) y la densidad media (107 individuos/0.1 ha). La mayor densidad se presentó en donde se registró una salinidad de 14 ppm y la mayor altura en salinidades de 20 a 25 ppm.

Otros trabajos relacionan el desarrollo estructural con la factibilidad al aprovechar el manglar, particularmente el mangle botoncillo (*C. erectus*) en el ejido La Victoria en Centla (Orozco-Ramos 1994). En esta localidad se encuentran manglares compuestos por rodales puros de esta especie con una densidad de 5 559 árboles por hectárea que proporcionan un volumen estimado en 69.7 m^3r/ha (metros cúbicos de madera en rollo por hectárea) y que, dada su excelente capacidad reproductiva sexual y asexual, se propone su aprovechamiento bajo un sistema de manejo intensivo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. a) Al frente, árboles del mangle rojo (*R. mangle*); b) detalle de sus raíces aéreas, adaptación de la especie para sobrevivir en suelos salinos; y c) viviparismo en mangle rojo, después de la fecundación de la flor ocurre la germinación y el crecimiento temprano de la plántula y hasta entonces se desprende del árbol madre. Fotos: Humberto Hernández Trejo (a) y Nelly del Carmen Jiménez Pérez (b, c).

Figura 2. Manglar de mangle negro (*A. germinans*). Se observan los pneumatóforos, raíces adaptadas a la inundación. Foto: Humberto Hernández Trejo.

Distribución

En México, los manglares se distribuyen en mayor o menor proporción sobre la línea litoral de cada uno de los 17 estados costeros del país (CONABIO 2009). Los de más importancia en el Pacífico son Marismas Nacionales en Nayarit y el sistema de manglares de Panzacola en Chiapas.

En el golfo de México la mayoría de las áreas de manglares se ubican en el noreste de la costa de Yucatán, Laguna de Términos en Campeche, Pantanos de Centla en Tabasco y Laguna Madre en Tamaulipas (Harcourt y Sayer 1996, CONABIO 2009).

En cuanto a la superficie de manglar, hay cálculos que señalan que Tabasco tiene entre 45 210 ha (CONABIO 2009) y 48 396 ha (Hernández-Trejo *et al.* 2006), aunque el dato más reciente es de 41 498.5 ha (Domínguez-Domínguez 2011) que corresponden al sexto lugar a escala nacional.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

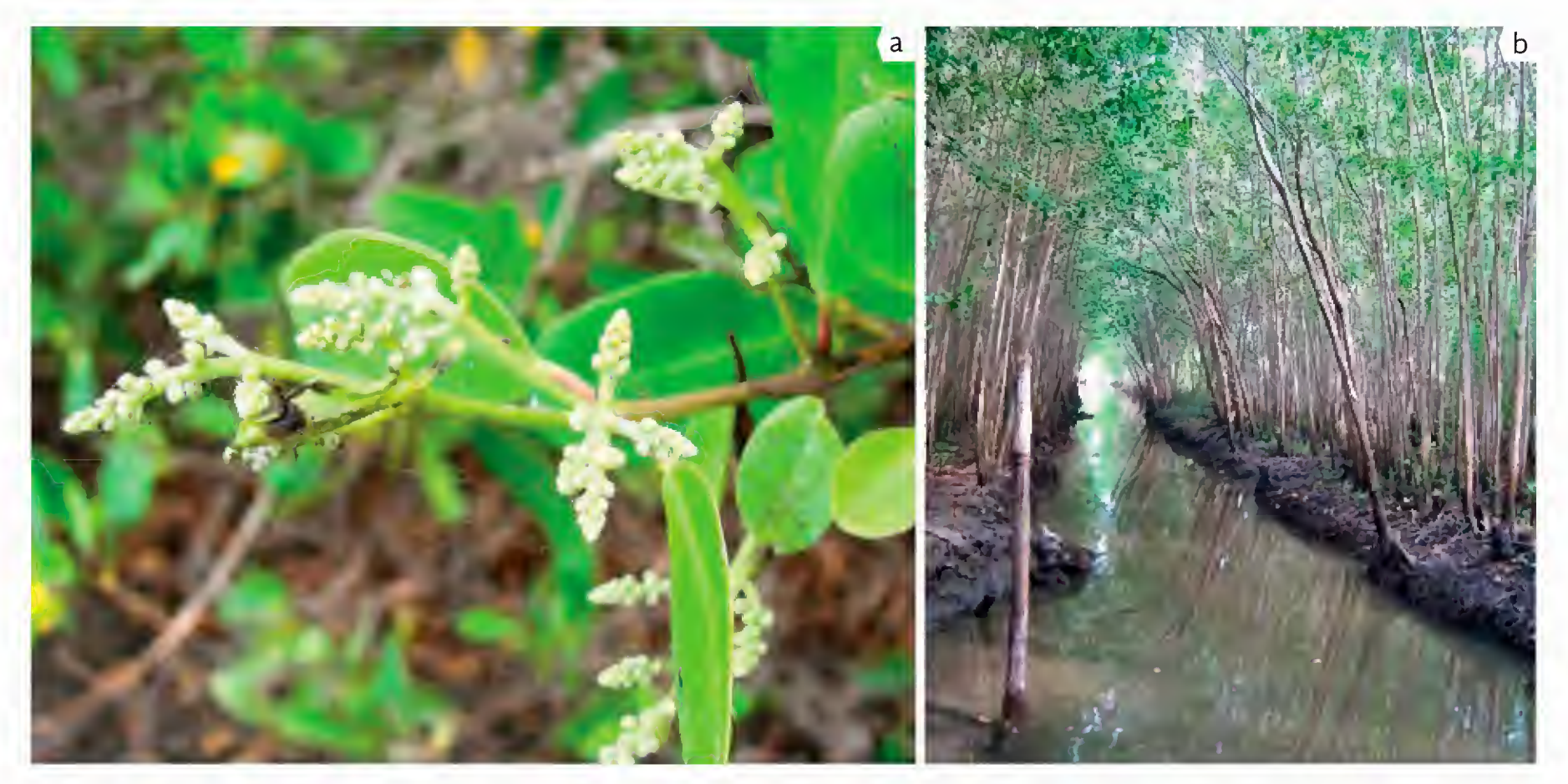


Figura 3. a) Follaje y botones florales de mangle blanco (*L. racemosa*); y b) varales de mangle blanco. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez Pérez y Humberto Hernández Trejo.

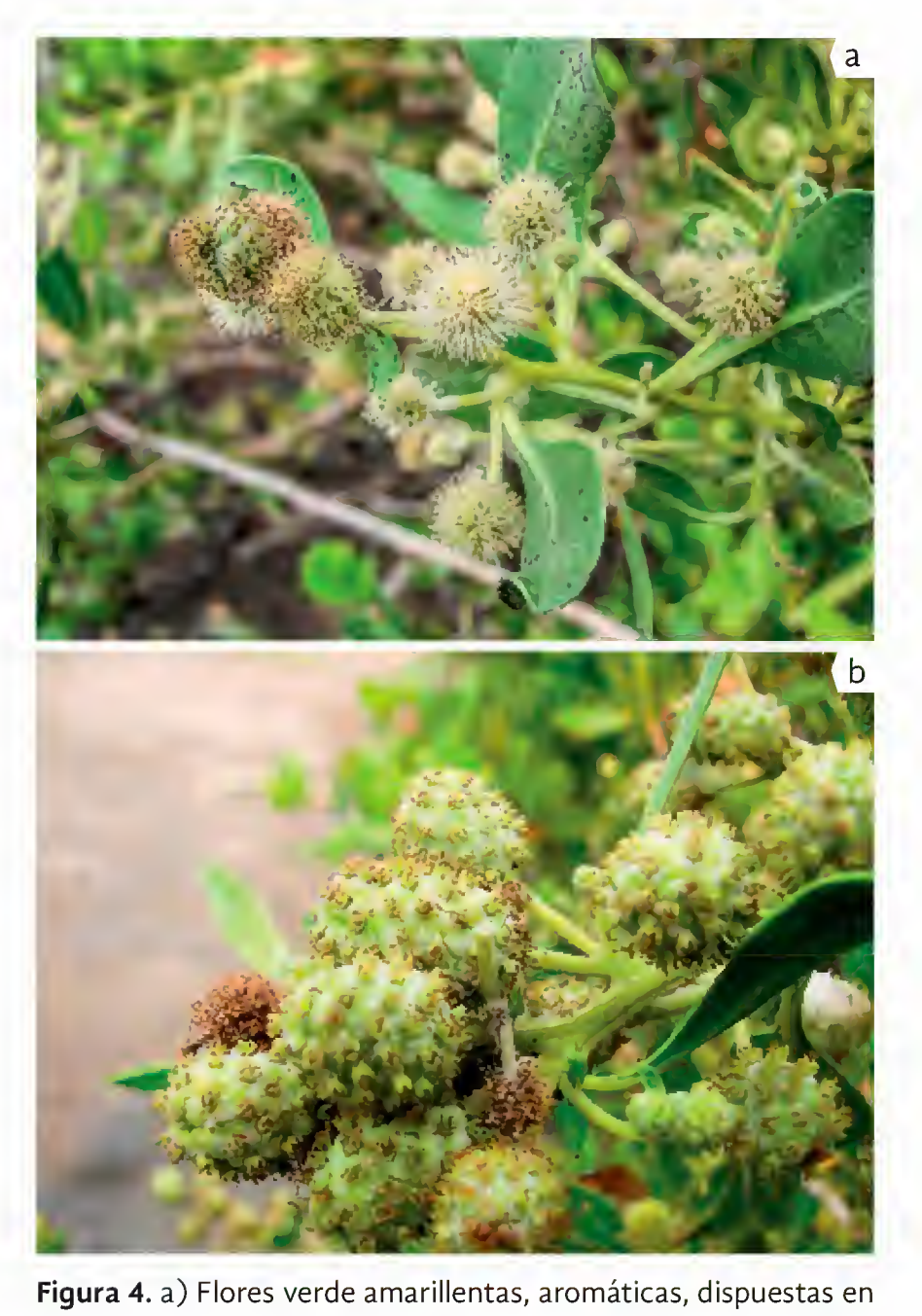


Figura 4. a) Flores verde amarillentas, aromáticas, dispuestas en cabezuelas globosas de mangle botoncillo (*C. erectus*); y b) los frutos son nuececillas aladas de 4 mm, agregados en cabezuelas en las que persisten todas las partes florales y al madurar son de color café oscuro. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez Pérez.

Respecto a la superficie protegida, la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla de jurisdicción federal resguarda 11 954 ha (26.4%) de manglar (CONABIO 2009); en otra región, en el Área Natural Protegida Río Playa, Comalcalco, se protege una superficie muy pequeña de manglar. De igual manera, en la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, en Balancán, se preserva al mangle rojo (*R. mangle*), especie que se encuentra asociada como un elemento más de la selva mediana de pukté (*Bucida buceras*) o se establece de forma solitaria sobre la margen del río San Pedro.

Una peculiaridad de los manglares en Tabasco es que se pueden encontrar hacia el interior del estado o, dicho de otra forma, hacia las partes más alejadas de la costa, sobre las riberas de los ríos que están muy influidos por la cuña salina (fenómeno que se presenta principalmente en la época de seca; Lopez-Mendoza 1985, West *et al.* 1987); por ejemplo, en los ríos Tonalá y San Pedro y San Pablo (figura 5) que forman los límites con Veracruz y Campeche respectivamente. En ellos, los manglares se pueden encontrar aproximadamente 30 km río arriba; por el contrario, sobre el río San Pedro (afluente del río Usumacinta) en el municipio Balancán, el mangle rojo (*R. mangle*) proviene de más allá de la línea internacional México-Guatemala, a más de 200 km en línea recta de la costa (figura 6).

El origen de la distribución de esta especie probablemente sea en Belice y que, debido a una condición geológica, se interrumpió la conexión entre

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

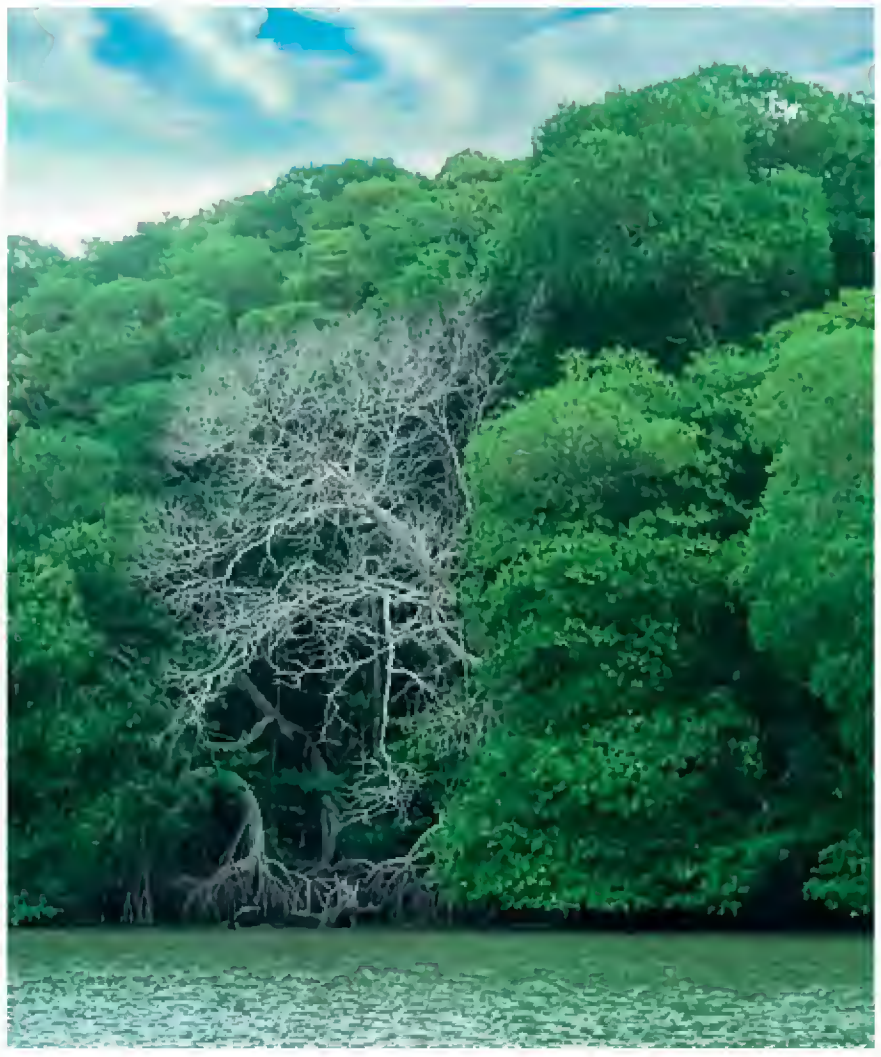


Figura 5. Mangle rojo ripario (*R. mangle*) a orillas del río San Pedro y San Pablo. Foto: Humberto Hernández Trejo.

Figura 6. Vista panorámica de la ribera del río San Pedro donde se observan individuos de mangle rojo (*R. mangle*). Al fondo se ve la sierra de Tenosique en el límite con Guatemala. Foto: Humberto Hernández Trejo.

el río Hondo en Belice y el río San Pedro, por lo que esta especie quedó aislada. Desde Balancán no se le vuelve a encontrar hasta la zona costera.

En la zona posterior a las lagunas costeras, factores como la subsidencia (natural o inducida), la apertura de barras de playa, así como la construcción de pozos profundos y canales de navegación, han provocado la erosión de la línea de costa y la entrada del agua de mar, lo que han permitido el avance del manglar y de la vegetación halófita a la parte continental (Zavala-Cruz 1988, Ortíz-Pérez 1992, Ortíz-Pérez y Benítez 1996, Ortíz-Pérez *et al.* 2005, Hernández-Santana *et al.* 2008, Carranza-Edwards 2010) aunque, por su ubicación altitudinal, la ampliación de su distribución se ve limitada por las elevaciones del relieve.

Importancia ecológica

Los manglares son ecosistemas de gran importancia para las zonas costeras, ya que intervienen en la captura, estabilización y formación de sedimentos; además previenen la erosión y aportan materia orgánica, proveen de sustrato a especies epibiontes (algas filamentosas y ostiones), y son los productores primarios que alimentan y dan refugio a muchas aves, mamíferos y peces (Lot y Novelo 1988).

En este sentido, uno de los principales valores del manglar es su alta productividad. Es un sistema abierto que almacena los nutrientes arrastrados por las aguas continentales y marinas que posteriormente son transformados en biomasa mediante la actividad fotosintética (Twilley *et al.* 1996); además, las características estructurales como la densidad, área basal, índice de área foliar y la distribución y orientación del follaje también pueden tener una marcada influencia sobre la producción primaria neta (Clough 1992).

La hojarasca está compuesta por hojas, restos de flores, frutos y ramas. En la laguna de Mecoacán se produce más hojarasca entre abril y octubre, y las hojas son el 80% de la hojarasca total (López-Portillo 1982); esto debido a que caen en mayor proporción durante la temporada de más insolación, es decir, cuando las temperaturas son muy altas y el nivel del agua de la laguna es menor. Esta caída coincide con la época de floración. El promedio anual de hojarasca producida por mangle negro (*A. germinans*) en la laguna Mecoacán fue de 614.45 g/m^2/año (López-Portillo y Ezcurra 1985).

Otros estudios de productividad en Tabasco se llevaron a cabo en un manglar mixto del estero El Sábalo, afluente del río San Pedro y San Pablo, en el municipio Centla (Bolio 2001, Castro-Jiménez 2004),

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de los cuales se generaron datos sobre estructura y productividad durante la época de secas y lluvias. Los resultados indican una productividad total de 749 g/m^2/año, el mes que presentó menos productividad fue febrero, con 78.7 g/m^2/mes y el de más productividad fue octubre, con 173.9 g/m^2/mes.

Los servicios ambientales dependen del funcionamiento saludable de los ecosistemas; cuando estos se degradan, también lo hacen los servicios que prestan. Los servicios ambientales que ofrecen los manglares se pueden resumir en los siguientes cuatro puntos:

1. Aportan materia orgánica a los sistemas acuáticos a través de la dinámica de la hojarasca, contribución que es base fundamental de la trama trófica (Odum y Barrett 2006). El detritus no sólo sirve de alimento a los organismos que viven en el manglar, también a las especies marinas, ya que cerca de 25% del material detrítico es transportado desde el manglar hacia la plataforma marina por efectos de las mareas, las inundaciones y las descargas de los ríos (Clough 1982).
2. Fijan el carbono atmosférico como biomasa tanto en el compartimiento aéreo (tallo, ramas y follaje) como en el subterráneo (raíces), por lo que reducen el efecto de los gases invernadero. Para Tabasco sólo se ha estimado el carbono acumulado en suelos orgánicos con predominio de mangle rojo (*R. mangle*) y blanco (*L. racemosa*) en los municipios Huimanguillo y Cárdenas, con un contenido de carbono que fluctúa entre 47 y 82 kg C/m^2 (Moreno-Cáliz *et al*. 2002).
3. Proveen hábitat para especies silvestres y comerciales, por lo que funcionan como zonas para desarrollar actividades cinegéticas y de manejo de flora y fauna (unidades de manejo de la vida silvestre o UMA) para el crecimiento de la industria ecoturística, como el avistamiento de aves. Igualmente constituyen el hábitat para especies silvestres de valor ecológico para la agricultura (polinizadores y flora melífera).
4. Controlan la erosión costera, ayudan a estabilizar la línea de costa y, sobre todo, construyen suelo por acumulación de los sedimentos que quedan atrapados entre sus raíces, lo cual permite que se lleve a cabo el proceso de sucesión ecológica y colonización de algas marinas y de plantas terrestres (Lugo *et al*. 1980, Cintrón y Schaeffer-Novelli 1983, Odum y Barrett 2006).

Importancia económica y cultural

De manera tradicional, los ambientes del manglar en el estado han sido utilizados para la pesca ribereña y, más recientemente, para la camaronicultura. La madera se utiliza como combustible en forma de leña o carbón; para la construcción de viviendas, cercos, artes de pesca, remos y palancas, soporte de cultivos; y la corteza del mangle rojo para la curtiduría de pieles (West *et al*. 1987). De los mangles conocidos en la región, la madera más apreciada y usada para construir habitaciones rurales es la del mangle rojo, recurso que ocasionalmente provee un ingreso extra a los cortadores. Esta misma especie, así como el mangle blanco y el mangle botoncillo son utilizadas para producir carbón (SEMARNAP 2000).

En un estudio sobre la estimación del valor potencial del mangle botoncillo se obtuvo que, para obtener una tonelada de carbón de esta especie, se requieren 5.5 toneladas de leña o rollizos del árbol, y que de siete a 10 días después de haber sido cortado, 1 m^3 de rollo de madera pesa, en promedio, 868 kg (Orozco-Ramos 1994). Por lo tanto, si el rendimiento medio por hectárea en la masa arbolada es de 69.7 m^3 por rollo, esto equivale a 60.5 t/ha de materia prima que, a su vez, puede producir 11 t/ha de carbón vegetal.

Principales amenazas

Pocas investigaciones han estimado la pérdida de superficie por el cambio de uso de suelo en el manglar y sólo se tienen estudios para ciertas regiones del estado (Zavala-Cruz 1988, López-Hernández *et al*. 1997, Hernández-Trejo *et al*. 2000, Cruz-Palacios 2001, Sánchez *et al*. 2002).

En los cambios de cobertura del manglar varía la participación sectorial. Las actividades agropecuarias son las que más han contribuido a su transformación y, en menor proporción, al desarrollo y establecimiento de infraestructura de tipo industrial, en comunicaciones y urbana. Además de contribuir a disminuir la superficie del manglar, generan otro tipo de problemas, como retención o disminución de los flujos de agua, contaminación y generación de residuos sólidos y tóxicos.

La acumulación de residuos sólidos en los manglares debe ser atendido, ya que no sólo se produce localmente, sino que es arrastrada por los ríos de las poblaciones y ciudades localizadas a lo largo de estos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Otros factores también son importantes, como el fuego y la tala clandestina para comercializar madera. El primero ha favorecido que en algunas regiones se reemplace el manglar por diferentes tipos de vegetación, como la mucalería (Hernández-Trejo *et al*. 2000, Marín-Hernández 2005, Rivera-Monroy *et al*. 2011); en tanto que el segundo no se ha documentado formalmente. Dichos factores y actividades han tenido como consecuencia que la tasa de modificación sea alta (2.9% al año), estimada para los manglares en Tabasco (Hernández-Trejo *et al*. 2006).

Los procesos de subsidencia y de hundimiento de la llanura tabasqueña han posibilitado la intrusión de agua salina a la parte continental con diferentes efectos, uno es la colonización de nuevos espacios y/o el reconocimiento del manglar de su antigua distribución, lo que ha cambiado el uso al que estaban destinados los predios, al disminuir o modificar totalmente la actividad que se llevaba a cabo (agrícola y/o ganadera).

En el mejor de los casos, la gente se adaptó a esta nueva situación y amplió sus actividades hacia la pesca; en la peor de las situaciones, se taló para recuperar el espacio a las actividades tradicionales. Queda pendiente la resolución de un conflicto en la que el cambio en la distribución, por causas naturales o inducidas de especies protegidas legalmente, afecta las actividades productivas y puede modificar, de manera potencial, las formas de tenencia de la tierra.

Acciones de conservación

Debido a que el manglar es fuente de muchos y diversos servicios y productos naturales, es importante regular las actividades que ahí se lleven a cabo. Diferentes leyes y normas protegen el manglar, pero también posibilitan su uso de manera planificada. Desde 1995, el ejido de mangleros llamado La Solución Somos Todos ha recibido autorizaciones en diferentes años para el manejo forestal de las 1 766 ha que les fueron dotadas. Esta comunidad extrae diferentes productos de la madera, ya sea en rollo o labrada como puntales para el cimbrado, varas para cultivos, postes para el cercado, entre otros productos; también producen carbón vegetal en hornos más eficientes de mampostería y metálicos (figura 7).

No obstante, es importante no sobresimplificar un sistema que de manera natural es simple. Esto es, tiene cuatro especies de árboles y la tendencia es a mantener una sola especie, la de mayor valor comercial, sin conocer y/o evaluar los efectos que este esquema de aprovechamiento tendría sobre el ecosistema.

Por lo anterior, con las comunidades de mangleros habrá que implementar o mejorar sus esquemas de aprovechamiento mediante una óptica de manejo adaptativo y sustentable que considere la parte funcional del ecosistema y la variabilidad en las respuestas fenológicas y genéticas de los mangles. Los programas de manejo, aun cuando muestren evidencias de éxito, como manglares sin cambios aparentes en la estructura y cobertura, deberán considerar e incluir programas independientes de seguimiento y evaluación para verificar que se utilice el recurso de forma adecuada.

Conclusión y recomendaciones

Históricamente, la deforestación en Tabasco ha sido evaluada por la pérdida de la selva (Tudela 1989) donde la ganadería ha sido el principal modificador, por lo que queda menos de 2% de la que originalmente se distribuía en el estado. Para el caso del manglar, la tendencia a perder la cobertura es similar a lo ocurrido con la selva, y la presión sobre este ecosistema es alta, tiene una tasa de modificación superior a la media nacional.

Al considerar la superficie de vegetación natural que se mantiene, el manglar representa la cubierta arbórea más importante en Tabasco, la cual hay que conservar dada su importancia ecológica y los beneficios que se obtienen de la misma.

Aunque de apariencia simple, el manglar presenta amplias diferencias tanto en funcionalidad como en los atributos y componentes que lo integran. No es lo mismo los manglares asociados a los distintos ambientes formados por los ríos, que a los asociados a lagunas costeras. Ambos responden de manera diferente ante los tensores ambientales.

Para mantener la costa respecto al nivel del mar y que cumpla su función estabilizadora, tanto en las márgenes fluviales como en las lacustres, debe existir un balance entre el aporte continuo de agua (lluvia, freático, ríos y mar), sedimentos y materia orgánica.

Las modificaciones a la dinámica de los recursos (nutrientes), reguladores (salinidad, pH y potencial óxido reductor) e hidrología en estos ambientes se pueden expresar de forma diferente en la dinámica forestal y actuar de manera sinérgica a otros niveles, lo que afecta al ecosistema y, por ende, a los distintos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. Diferentes productos forestales obtenidos en el manglar del ejido La Solución Somos Todos, municipio Paraíso. a) Artesano que elabora agujas para tejer redes de pesca, b) puntales para la construcción de techos, c) vigas para techos de palapas, y d) postes para cercos ganaderos. Fotos: Humberto Hernández Trejo.

sectores productivos. Por lo tanto, la planeación regional y los diferentes programas de manejo deben incluir y considerar la diversidad de ambientes como respuestas del manglar antes del desarrollo de las diferentes actividades productivas que se pretendan instaurar en el manglar.

Referencias

Bolio, M.J. 2001. *Estructura y productividad durante la época de lluvias en un manglar mixto, en el estero El Sábalo del Río San Pedro y San Pablo, municipio de Centla, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Carranza-Edwards, A. 2010. Causas y consecuencias de la erosión en las playas. En: *Impactos del cambio climático sobre la zona*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

costera. A. Yañez Arancibia (ed.). INECOL/Texas Sea Grant Program/INE/SEMARNAT, México, pp. 36-50.

Castro-Jimenez, L. 2004. *Dinámica de la hojarasca en el manglar del estero El Sábalo, Centla, Tabasco, durante la época seca bajo dos condiciones de perturbación*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Chapman, V.J. 1975. Mangrove biogeography. En: *Proceedings of the international symposium on biology and management of mangroves*. G.E. Walsh, S.C. Snedaker y H.W. Teas (eds.). Institute of Food and Agricultural Sciences/University of Florida, Estados Unidos, pp. 3-32.

—— . 1976. *Mangrove vegetation*. J. Cramer, Liechtenstein.

Cintrón, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. *Introducción a la ecología de manglar*. Oficina regional de la UNESCO. Montevideo, Uruguay.

Clough, B.F. 1992. Primary productivity and growth of mangrove forests. En: *Tropical mangrove ecosystems*. A. Robertson y D.M. Alongi (eds.). American Geophysical Union, Washington, pp. 225-249.

Clough, B.F., T.J. Andrews y I.R. Cowan. 1982. Primary productivity of mangroves. En: *Mangrove ecosystems in Australia. Structure, function and management*. Australian Institute of Marine Science, Australia, pp. 213-222.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2009. *Manglares de México: extensión y distribución*. CONABIO, México.

Cruz-Palacios, V. 2001. *Impacto de las carreteras en las selvas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Domínguez-Domínguez, M. 1991. *Estado actual del estrato arbóreo y algunos efectos fisicoquímicos de los manglares de la laguna de Mecoacán, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Villahermosa.

Domínguez-Domínguez, M., J. Zavala-Cruz y P. Martinez-Zurimendi. 2011. *Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco*. Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental/Colegio de Postgraduados, Villahermosa.

Duke, N.C. 1992. Mangrove floristics and biogeography. En: *Tropical mangrove ecosystems*. A. Robertson y D.M, Alongi (eds.). American Geophysical Union, Washington, pp. 7-41.

Ellison, A.M. y E.J. Farnsworth.1992. The ecology of Belizean mangrove-root fouling communities: patterns of epibiont distribution and abundance, and effects on root growth. *Hydrobiologia* 247:87-98.

Harcourt, C.S. y J.A. Sayer. 1996. *The conservation atlas of tropical forests. The Americas*. Simon & Schuster/Macmillan, Nueva York.

Hernández-Santana, J.R., M.A. Ortíz Pérez, A.P. Méndez Linares y L. Gama Campillo. 2008. Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Investigaciones Geográficas* 65:7-21.

Hernández-Trejo, H., G. López Ocaña, A. Reyes de la Cruz *et al*. 2000. *Diagnóstico y restauración del manglar en el ejido de Úrsulo Galván, municipio de Jalpa de Méndez, Tabasco, México*. UJAT, Tabasco.

Hernández-Trejo, H., M.C. Jesús García, C. Rullán Silva *et al*. 2006. *Manglares costeros e interiores de Tabasco: medición de los cambios de cobertura*. UJAT, Villahermosa.

López-Hernández, E., F. Maldonado y A. Sánchez Munguía. 1997. *Diagnóstico y evaluación del impacto ambiental en comunidades bióticas de los sistemas lagunares costeros Mecoacán y Carmen-Pajonal-Machona*. UJAT, México.

López-Mendoza, R. 1985. *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACH, México.

López-Portillo, G.J.A. 1982. *Ecología de manglares y las comunidades halófitas en la costa de la Laguna de Mecoacán, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

López-Portillo, J. y E. Ezcurra. 1985. Litterfall of *Avicennia germinans* L. in a one year cycle in a mudflat at the Laguna de Mecoacan, Tabasco, México. *Biotropica* 17:186-190.

Lot, A. y A. Novelo. 1988. El pantano de Tabasco y Campeche: la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica. En: *Memorias del Simposio de los ríos Usumacinta y Grijalva*. INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Lugo, A., G. Cintrón y C. Goenaga. 1980. El ecosistema de manglar bajo tensión. En: *Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares*. UNESCO, Montevideo.

Marín-Hernández, J. 2005. *Estructura del matorral de Dalbergia brownei (Jacq.) Urban. (Mucaleria) en un gradiente de salinidad y luminosidad de un manglar perturbado. Ejido Úrsulo Galván, municipio de Jalpa de Mendez, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Magaña-Alejandro, M.A. 1999. *Relaciones entre la salinidad y la estructura de la comunidad del manglar en la laguna El Arrastradero de Paraíso, Tabasco y sus aplicaciones en el manejo de ecosistemas*. Tesis de maestría en ecología. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

Moreno-Cáliz, E., A.G. Peña, M.C. Gutiérrez C. *et al*. 2002. Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono. *Madera y Bosques* 8:115-128.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Murren, C.J. y A.M. Ellison. 1998. Seed dispersal characteristics in *Brassavola nodosa* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 85:675-680.

Odum, P.E. y G.W. Barrett. 2006. *Fundamentos de ecología*. 5ª edición. Thomson, México.

Orozco-Ramos, A. 1994. *Factibilidad del aprovechamiento forestal del mangle botoncillo Conocarpus erectus L. en el ejido La Victoria, Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura en ingenieria forestal. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Guerrero.

Ortíz-Pérez, M.A. 1992. Retroceso reciente de la línea de costa del frente deltaico del río San Pedro, Campeche y Tabasco. *Investigaciones Geográficas* 25:7-23.

Ortíz-Pérez, M.A. y J. Benítez. 1996. Elementos teóricos para el entendimiento de los problemas de impacto ambiental en las planicies deltaicas: la región de Tabasco y Campeche. En: *Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. A.V. Botello, J.L. Rojas-Galavíz, J. Benítez y D. Zárate-Lomelí (eds.). EPOMEX/Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, pp. 483-503.

Ortíz-Pérez, M.A., C. Siebre y S. Cram. 2005. Diferenciación ecogeográfica de Tabasco. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J.F. Bueno y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 305-322.

Robertson, A., R.L. Giddins y T.J. III Smith. 1990. Seed predation by insects in tropical mangrove forest: extent an affects on seed viability and growth of seedlings. *Oecologia* 83:213-219.

Rico-Gray, V. 1981. *Rhizophora harrisonii* (Rhizophoraceae), un nuevo registro en las costas de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 41:163-165.

Rivera-Monroy, V., R.D. Delaune, A.B. Owens *et al*. 2011. Removal of physical materials from systems: loose of space, area, and habitats. En: *Treatise on estuarine and coastal science*. E. Wolanski y E.S. McLusky (eds.). Academic Press, Estados Unidos, pp. 185-215.

Sánchez, A.J., M.A. Salcedo, R. Florido *et al*. 2002. *Diagnóstico ambiental de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. DACBiol, México (inédito).

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Logros y retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. Delegación Federal en Tabasco, Tabasco.

Smith, J.T.III. 1992. Forest structure. En: *Tropical mangrove ecosystems*. A. Robertson y D.M. Alongi (eds.). American Geophysical Union, Washington, pp. 101-136.

Thom, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, México. *Journal of Ecology* 55:301-343.

——. 1982. Mangrove ecology, a geomorphological perspective. En: *Mangrove ecosystems in Australia*. B.F. Clough (ed.). Australian Institute of Marine Science/Australian National University Press, Camberra, pp. 3-17.

Tomlinson, P.B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press, Reino Unido.

Tudela, F. 1989. *La modernización forzada del trópico húmedo: el caso de Tabasco. Proyecto Integrado del Golfo*. COLMEX/IFIAS/CINVESTAV/UNRISD, México.

Twilley, R., S.C. Snedaker, A. Yañez-Arancibia y E. Medina. 1996. Biodiversity and ecosystem process in tropical stuaries: perspectives of mangrove ecosystems. En: *Functional roles of biodiversity: global perspectives*. J.H. Mooney, J.H. Cushman, E. Medina *et al*. (eds.). John Wiley & Sons Ltd, Estados Unidos, pp. 327-369.

West, R.C., N.P. Psuty y B. Thom. 1987. *Las tierras bajas de Tabasco*. 3ª reimpresión. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Woodrofe, C. 1992. Mangrove sediments and geomorphology. En: *Tropical mangrove ecosystems*. A. Robertson y D.M. Alongi (eds.). American Geophysical Union, Washington, pp. 7-41.

Zavala-Cruz, J. 1988. Regionalización natural de la zona petrolera de Tabasco. INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las sabanas

Francisco Meléndez Nava

Introducción

El término *sabana* se aplica a un tipo de asociación vegetal de las zonas tropicales formada, principalmente, por gramíneas ásperas, con o sin árboles y, cuando los hay, se encuentran dispersos (Miranda y Hernández X. 1963, Gómez-Pompa 1965).

El principal uso de este ecosistema es la ganadería basada en el uso de pastos naturales. Miranda (1958) ubica a la sabana como la etapa final de una hidroserie a partir del pantano. De acuerdo con Mann (1966), en América Latina predominan las sabanas húmedas, mismas que requieren, como condición, de nueve meses húmedos para reunir esta característica.

Pennington y Sarukhán (1968) opinan que la interrelación de factores como el clima, relieve, vegetación y la actividad del ser humano influye en la formación de las sabanas; West (1966) opina que las que están presentes en el estado se han formado, principalmente, por la acción del ser humano mediante el proceso de roza-tumba, y quema de selvas y bosques.

Distribución y tipos de suelo

En Tabasco existen dos áreas con ecosistemas de sabanas, una en el municipio Huimanguillo y la otra en Balancán (figura 1; cuadro 1). Por lo general, los suelos de esta región son someros, jóvenes, inmaduros, saturados de humedad; son de color amarillo, rojo u oscuro, con texturas que van de arcilla a arena y migajón limo-arenoso; tienen mal drenaje, un porcentaje de materia orgánica variable; generalmente son muy ácidos (pH por debajo de 5), ricos en aluminio y fierro intercambiable, pobres en nitrógeno, fósforo y potasio, así como bases de calcio y magnesio.

Para la sabana de Huimanguillo, Cisneros *et al.* (1979) reportan tres órdenes de suelos (dentro del sistema de taxonomía de suelos de los Estados Unidos de América): Ultisoles, Oxisoles e Inceptisoles. Los Ultisoles abarcan la mayor parte de la sabana y se encuentran en las partes altas, laderas y galerías de selva; los Oxisoles están en los sitios asociados con manto freático elevado, ubicado en las áreas de sabana que son inundables en una parte del año y que sustentan vegetación de tasistales; y los Inceptisoles se encuentran en el límite con la planicie aluvial costera, al norte de la sabana.

Diversidad

La vegetación que se desarrolla en la sabana de Huimanguillo está compuesta, principalmente, por gramíneas de los géneros *Paspalum*, *Andropogon*, *Axonopus* y *Panicum* y sobresalen, como gramínea dominante, el pasto pajón de sabana (*Paspalum plicatulum*; figura 2), además cuenta con una serie de especies arbóreas relativamente pequeñas, como nance (*Byrsonima crassifolia*; figura 3), uvero (*Coccoloba barbadensis*), tachicón (*Curatella americana*; figura 4), encino (*Quercus oleoides*), palo mulato (*Bursera simaruba*), volador (*Vochysia guatemalensis*) y tasiste (*Acoelorraphe wrightii*). También es común encontrar lo que se le conoce como *galerías de selvas* en donde existen especies características de la selva alta perennifolia con más densidad de árboles respecto al resto de la sabana y baja presencia de gramíneas forrajeras en el estrato inferior.

Principales amenazas

Existe una marcada diferencia en la explotación de los dos sitios de sabana en Tabasco. En Huimanguillo, durante muchos años, la mayor parte de los suelos se

Meléndez N., F. 2019. Las sabanas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 133-136.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

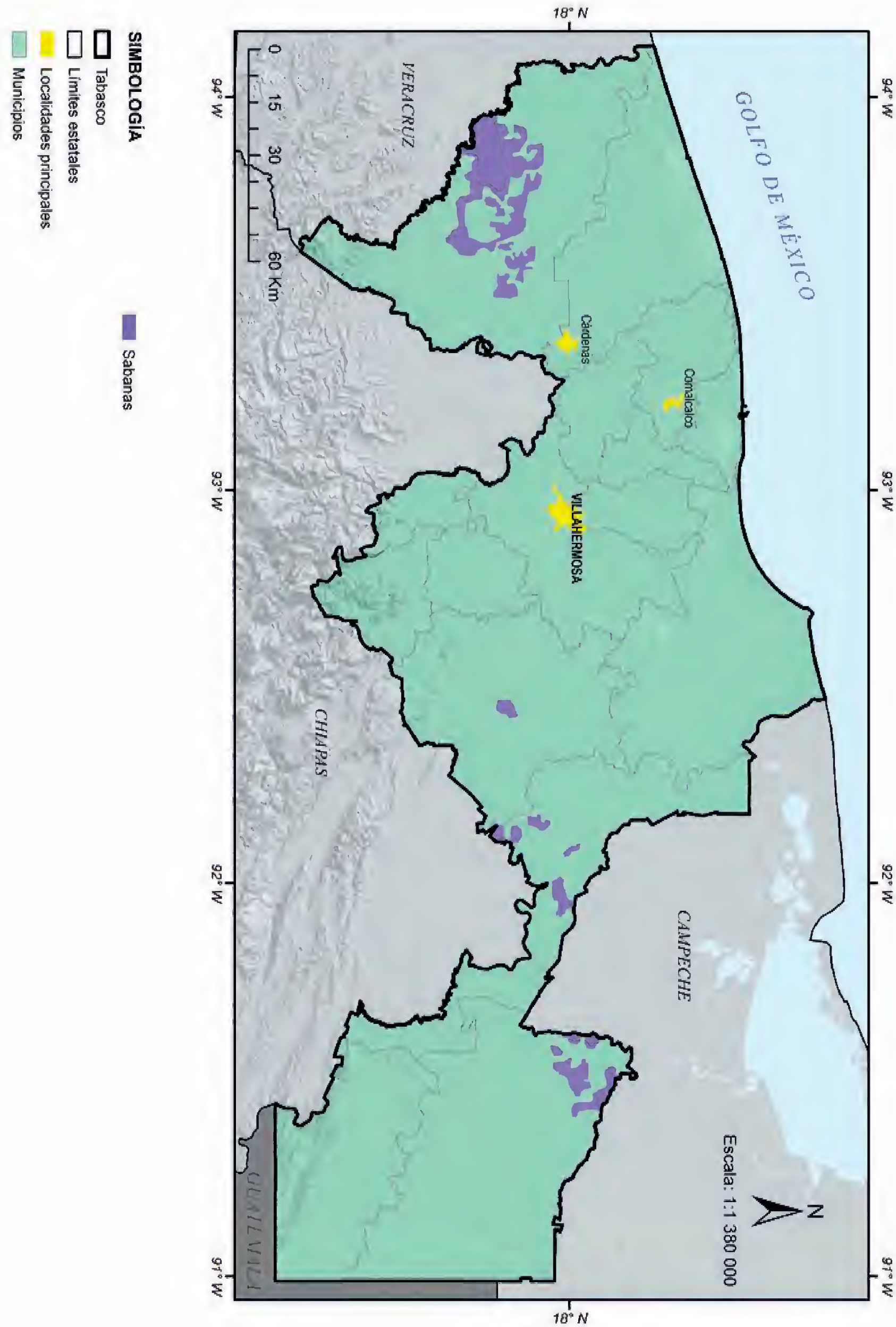


Figura 1. Distribución de la sabana en el estado. Fuente: Cisneros *et al.* 1979.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Descripción de los ecosistemas de sabana presentes en los municipios Huimanguillo y Balancán.

Características	Huimanguillo	Balancán
Superficie	140 000 ha	60 000 ha
Ubicación geográfica	17° 51' y 17° 45' N, y 93° 24' y los 93° 43' O	19° 49' N y a los 91° 33' O
Suelos	Ultisoles, Oxisoles e Inceptisoles	Predominan los Oxisoles
Drenaje	Buen drenaje	Drenaje lento que provoca inundaciones

Fuente: Cisneros *et al*. 1979.

Figura 2. Pradera de pajón de sabana. Foto: David Jesús Palma López.

Figura 3. Vista de la sabana de Huimanguillo, pradera con árbol de nance (*Byrsonima crassifolia*) y galería de selva al fondo. Foto: David Jesús Palma López.

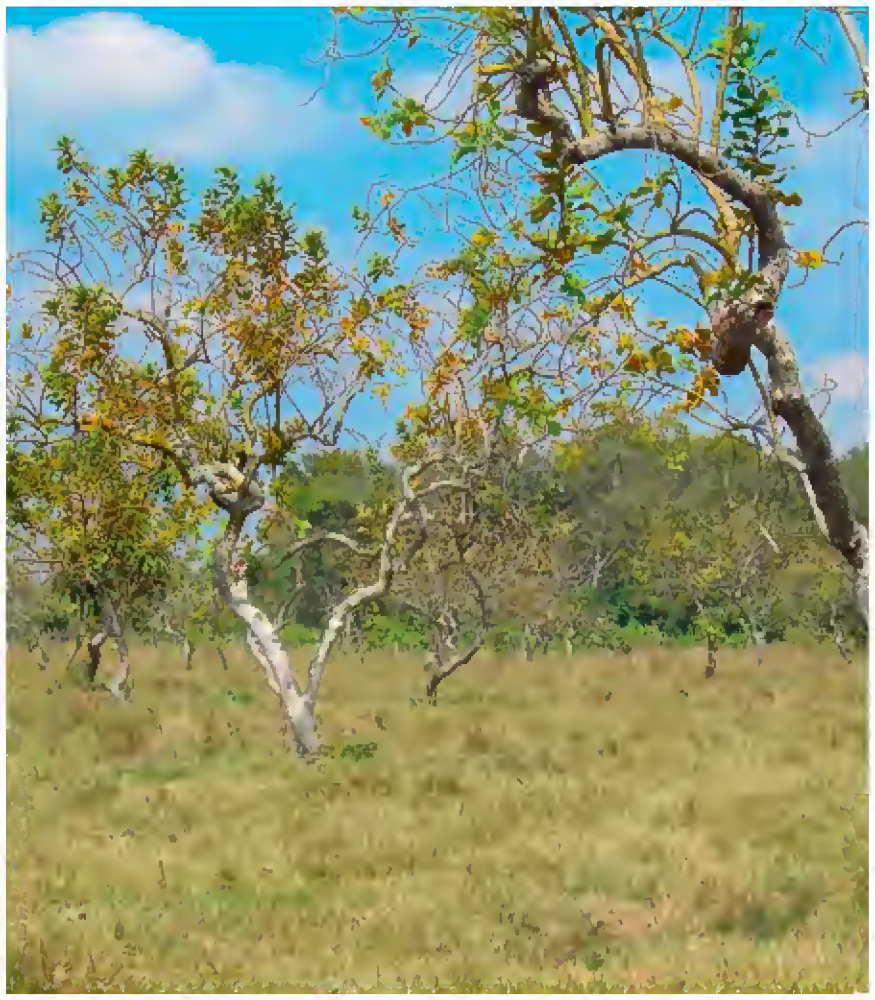


Figura 4. Pradera de sabana con árboles tachicón. Foto: David Jesús Palma López.

destinó a la ganadería de tipo intensivo (figura 4), ya que la alimentación de los animales se basaba en el consumo de forrajes naturales; la especie sobresaliente era el pajón de sabana (*Paspalum plicatulum*), especie que se caracteriza por su bajo valor nutritivo y crecimiento estacional; es decir, que únicamente tiene buena producción de forraje durante la época de lluvias y escasa durante la época seca.

De acuerdo con los estudios de la Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), determinado en la década de los años sesenta, se calculó una capacidad de carga de 3 ha por unidad animal, la mayor parte de los ranchos de esa región se dedicaban, principalmente, al sistema de producción denominado *cría* (Pérez 1989), ya que los ganaderos consideraban que era el único sistema capaz de sostenerse en este ecosistema por ser el menos demandante en la calidad de la pastura.

Durante la década de los años setenta se introdujeron a las sabanas de Tabasco, pero principalmente a la de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Huimanguillo, diversos pastos que provenían de otros países (muchos del continente Africano), los cuales no se adaptaron a este ecosistema debido a la alta acidez y presencia de aluminio y fierro intercambiable; la mayor parte de ellos desaparecían unos meses después de haber sido sembrados.

A raíz de un programa internacional desarrollado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT 1984) sobre el desarrollo y explotación de las sabanas de América Tropical, a mediados de los años ochenta se introdujo una serie de pastos y leguminosas que se adaptaban a las condiciones de clima y suelo que predominaba en las sabanas. Mediante las investigaciones se determinó que las gramíneas que tuvieron una excelente adaptación y persistencia en la sabana de Huimanguillo fueron el pasto Chontalpo (*Brachiaria decumbens*) y pasto Chetumal u humidicola (*Brachiaria humidicola*; Pastrana y Meléndez 1990). Ambos pastos (de los que sobresale el Chetumal) prácticamente han desplazado al pajón de sabana (*Paspalum plicatulum*) en las áreas ganaderas; se estima que alrededor de 90% de la superficie está cubierta con los pastos antes señalados.

El efecto de la introducción de estas gramíneas se ve reflejado en un incremento de carga animal, ya que es posible obtener una unidad animal por hectárea y, como estos pastos tienen más calidad nutrimental que la especie nativa, los ranchos ganaderos se dedican a explotar el ganado con doble propósito: producción de leche y becerros, y/o engorda de ganado.

En esta zona también se ha tenido una fuerte expansión de cultivos agrícolas como la yuca (*Manihot esculenta*) y piña (*Ananas comosus*); cítricos (*Citrus* spp.), como naranja, limón persa y toronja, así como forestales, de las que sobresalen las especies de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) y hule (*Hevea brasiliensis*).

En la sabana de Balancán prácticamente se siguen dedicando a la ganadería con base en pastos naturales, ya que son pocas las áreas en las que se han introducido pastos, como las *Brachiaria* spp. antes mencionadas. Esto quizás debido a que estos suelos se inundan y, por ejemplo, el pasto Chontalpo no soporta esa condición, mientras que el pasto Chetumal puede soportar encharcamientos siempre y cuando no sean prolongados.

En esta región, entre 1985 y 1990 se trató de impulsar el cultivo tecnificado de arroz (*Oryza sativa*) al sembrarse varias miles de hectáreas. Sin embargo, debido a los costos de producción y precios del cereal, el cultivo prácticamente desapareció, y estos terrenos volvieron a ser explotados de forma ganadera extensiva, la cual se desarrolla con la alimentación de los animales con pastos nativos.

Conclusión y recomendaciones

Es necesario llevar a cabo estudios para evaluar la estabilidad de las pasturas y cultivos introducidos en la sabana. Para el caso de la del municipio Huimanguillo se recomienda estudiar la erosión edáfica, las modificaciones en las propiedades físico-químicas del suelo y los cambios en el manto freático para evaluar el efecto de los cambios en la vegetación.

Referencias

CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1984. Desarrollo de pastos. Cerrados. En: *Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales. 1983*. Cali, Colombia, pp. 171-178.

Cisneros, D.J., F.M.E. Aldana, G. Basurto *et al*. 1979. *Suelo, clima y cultivos de la sabana de Huimanguillo, Tabasco*. Tesis profesional. CSAT, Cárdenas.

Gómez-Pompa, A. 1965. La vegetación de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 29:76-120.

Mann, G. 1966. Bases ecológicas de la explotación agropecuaria en la América Latina. Monografía. Organización de Estados Americanos, Washington.

Miranda, F. 1958. *Los recursos naturales del sureste*. Tomo II. IMRNR, México.

Miranda F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Pastrana, A.L y N.F. Meléndez. 1990. *Experiencias de investigación en suelos ácidos del Estado de Tabasco*. Secretaría de Educación, Cultura y Recreación-Dirección de Educación Superior e Investigación Científica, Tabasco, pp. 9-68.

Pennington, T. D. y K. J. Sarukhán. 1968. *Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales/FAO, Ciudad de México, pp. 3-46.

Pérez, P.J. 1989. *Respuesta de diferentes especies forrajeras tropicales a la fertilización en la sabana de Huimanguillo, Tabasco*. Tesis de doctorado en ciencias. Centro de Edafología-COLPOS, Montecillo.

West, R.C. 1966. The natural vegetation of the Tabasco lowlands, México. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. *Revista Geográfica* 64:108-122.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las dunas costeras

Nelly del Carmen Jiménez Pérez, María de los Ángeles Guadarrama Olivera y Georgina Vargas Simón

Introducción

Las dunas costeras son acumulaciones de arena de altura y extensión variable que pueden encontrase en cualquier costa arenosa del mundo. La arena es arrastrada por el oleaje marino, es depositada en la playa y, debido al viento, es arrastrada tierra adentro. Si en su trayectoria encuentra algún obstáculo que limite su movimiento, se deposita alrededor del obstáculo. De este modo, las dunas son el resultado de un largo proceso de erosión (por el cual se forman las partículas de arena), movimiento y acumulación de sedimentos por oleaje y viento (Moreno-Casasola 2006).

Las dunas pueden clasificarse en función de su estabilidad o su forma. Si es por su estabilidad, cuando están desprovistas de vegetación y las partículas de arena poseen mucha movilidad se les denomina *dunas móviles*; si están cubiertas solo parcialmente se les conoce como *semimóviles* y también existen las llamadas *dunas estabilizadas* que están completamente cubiertas por vegetación y la arena permanece inmóvil (Martínez 2008).

En cuanto a la forma, los tipos son muy variables (no todos presentes en México) y se pueden encontrar desde dunas embrionarias o frontales que forman pequeños cordones litorales paralelos a la costa, hasta dunas parabólicas con forma de media luna (semejando una parábola) que alcanzan hasta 30 m de altura (Martínez 1992).

En México, las dunas se encuentran especialmente en la denominada planicie costera, que se localiza entre el golfo de México y el continente. En Tabasco, las dunas están representadas por una delgada y suave franja litoral, especialmente en la desembocadura de los ríos Grijalva-Mezcalapa-Usumacinta, de aproximadamente 25 km (Graizbord *et al.* 2009) en los municipios Cárdenas, Comalcalco, Paraíso y Centla (figura 1).

Según Moreno-Casasola (2004), los ecosistemas costeros del golfo de México, particularmente las lagunas del Carmen, La Machona, La Redonda, Cocal, Flores y Mecoacán, están bordeadas por una serie de cordones litorales que forman islas de barrera y, entre las barras de Tonalá (laguna Chicozapote) y de Santa

Figura 1. Dos vistas de las dunas costeras del ejido Cuauhtemoczín, Cárdenas, Tabasco. Fotos: María de los Ángeles Guadarrama-Olivera (a), y Nelly del Carmen Jiménez-Pérez (b).

Jiménez-Pérez, N.C., M.A. Guadarrama Olivera y G. Vargas-Simón. 2019. Las dunas costeras. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 137-141.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Ana (laguna del Carmen), se llegan a formar campos con dunas parabólicas; es decir, tienen forma de "U", donde sus extremos apuntan en dirección contraria al viento que alcanzan 15 m de alto.

Aunque las dunas costeras se inician por el efecto del mar y del viento, son sostenidas gracias a un conjunto de plantas específicas que permiten fijar la arena necesaria para formar una estructura sólida, pero blanda, que contrarresta los vientos huracanados y el oleaje extremo. En su mayoría son plantas suculentas, de reproducción vegetativa y alta presión osmótica, tendidas o postradas a sotavento y erectas y bajas a barlovento (Zamudio-Ruiz y Guadarrama-Olivera 1985).

Dadas las condiciones de salinidad y sequía de estos ambientes, las plantas que allí se desarrollan son halófitas, adaptadas para vivir en estas condiciones extremas (Martínez *et al*. 1994).

Según Castillo y Moreno-Casasola (1998), 45% de la flora de dunas crece en estas, pero también en otros tipos de vegetación, como las selvas bajas y las sabanas. De la vegetación, 40% es secundaria o ruderal y sólo 15% son especies costeras, de playas, dunas, marismas y manglares.

Importancia ecológica

Si bien topográficamente las dunas de Tabasco son relativamente simples, estas resguardan una diversidad vegetal importante. Según datos de la colección de plantas vasculares del Herbario UJAT, la riqueza de especies en las dunas del estado es de alrededor de 144 especies, englobadas en 47 familias botánicas, de las cuales las familias con más cantidad de especies se muestran en el cuadro 1.

La presencia de una u otra planta varía en función del terreno, de la movilidad del sustrato, la exposición al viento, las tempestades y el oleaje; dentro de las especies observadas que crecen a barlovento están verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), hierba de pollo (*Vigna luteola*, *Canavalia rosea*, *Commelina erecta*), mata de pavo (*Schizachyrium scoparium*, *Amaranthus greggii*, *Boerhavia diffusa*), zacatón (*Croton punctatus*, *Okenia hypogaea*, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Brachiaria mutica*), varias especies de *Sporobolus*, de *Paspalum* (zacate), de *Fimbristylis* (camalote) y de *Cyperus* (figura 2). A sotavento pueden encontrase matorrales altos de majahua (*Hibiscus pernambucensis*), sibil (*Malvaviscus arboreus*), uva de mar o de playa (*Coccoloba uvifera*), icaco (*Chrysobalanus icaco*) y árboles de palo mulato (*Bursera simaruba*) (Zamudio-Ruiz y Guadarrama-Olivera 1985; figura 3).

Cuadro 1. Familias botánicas con mayor número de especies en las dunas costeras de Tabasco.

Familias	Núm. de especies
Poaceae	26
Asteraceae	18
Fagaceae	17
Euphorbiaceae	8
Amaranthaceae, Cyperaceae, Rubiaceae	6
Verbenaceae	5
Malvaceae	4
Apocynaceae, Asclepiadaceae, Boraginaceae, Convolvulaceae	3

Fuente: base de datos del Herbario UJAT.

Las dunas costeras también son el hábitat de numerosos invertebrados y de aves marinas (Moreno-Casasola 2004). Las dunas cumplen una función fundamental en el ecosistema litoral; además de su alto valor ecológico, escénico, paisajístico y recreativo, funcionan como amortiguamiento del embate marítimo cuando se presentan huracanes y cuando se eleva la marea (Ortíz-Pérez y Méndez-Linares 2000).

Amenazas

Dada la fragilidad de estos sistemas costeros que dependen de los flujos de agua y arena (resultado de la actividad eólica y marina principalmente), los procesos antropogénicos afectan la dinámica y la permanencia de estos sistemas.

De acuerdo con Seingier *et al*. (2009), la zona costera del golfo de México ha perdido vegetación natural de maneraforma paulatina, de tal manera que para el año 2000, 40% de la superficie había sido transformada, y alrededor de 18% de la vegetación de dunas se había perdido, siendo las principales causas el uso agropecuario (introducción de pastos), las plantaciones de coco, la urbanización, la infraestructura turística a gran escala, la construcción de puertos y el desarrollo de la industria petrolera.

Conclusión y recomendaciones

La fragilidad y las presiones que enfrentan estos sistemas de dunas, aunado a que este ambiente no tiene representación en el sistema de áreas naturales

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Especies presentes a barlovento en las dunas costeras de Tabasco. a) *Boerhavia diffusa* (hierba de pollo), b) *Okenia hypogaea,* c) *Chamaechrista chamaechristoides*, d) *Ipomoea pes-caprae* (riñonina), e) *Commelina erecta* (hierba de pollo), y f) *Brachiaria mutica*. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Especies propias a sotavento en las dunas costeras de Tabasco. a) *Bursera simarouba* (palo mulato), b) *Chrysobalanus icaco* (icaco), c) y d) porte general y frutos inmaduros de *Coccoloba uvifera* (uva de playa). Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez.

protegidas de Tabasco, hace necesario tomar medidas que garanticen la preservación de las dunas y su biodiversidad, las cuales inician con la recuperación de la dinámica natural del litoral desequilibrado por el desarrollo desordenado de infraestructura costera.

Las medidas de manejo deben estar encaminadas a conformar políticas públicas a largo plazo para el uso de este ecosistema; a regular las zonas de construcción turística, petrolera y de asentamiento de poblaciones humanas, especialmente las situadas frente a las primeras líneas de dunas; a reglamentar las áreas de extracción de arena; a restaurar y reforestar las comunidades vegetales con las especies de dunas nativas, y a reemplazar las especies exóticas por las propias de la región.

De igual manera, es imprescindible propiciar más participación comunitaria en cada uno de los procesos de planeación y ejecución en torno a la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales, como estrategias adecuadas para auspiciar el mantenimiento de las funciones del ecosistema y, por ende, de los servicios ambientales que derivan del mismo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Castillo, A. y P. Moreno-Casasola. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del litoral Atlántico de México. *Acta Botanica Mexicana* 45:55-80.

Graizbord, B., J. Bello-Pineda, P.H. Rodríguez-Herrero y L. Gómez-Mendoza. 2009. Diagnóstico actual de la zona costera del golfo de México. En: *Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del golfo de México*. vol. I. J. Buenfil-Friedman (ed.). SEMARNAT/INE, México, pp. 281-354.

Martínez, M.L. 2008. Dunas costeras. *Investigación y Ciencia* 383: 26-35.

Martínez, M.L. y M.T. Valverde. 1992. Las dunas costeras. *Ciencias* 26:35-42.

Martínez, M.L., P. Moreno-Casasola y E. Rincón. 1994. Sobrevivencia y crecimiento de plántulas de un arbusto endémico de dunas costeras ante condiciones de sequía. *Acta Botanica Mexicana* 26:53-62.

Moreno-Casasola, P. 2004. Playas y dunas del golfo de México. Una visión de su situación actual. En: *Diagnóstico ambiental del golfo de México*. M. Caso, I. Pisanty y E. Excurra (eds.). SEMARNAT/INE/INECOL/Harte Research Institute for Gulf of México Studies, México, pp. 491-520.

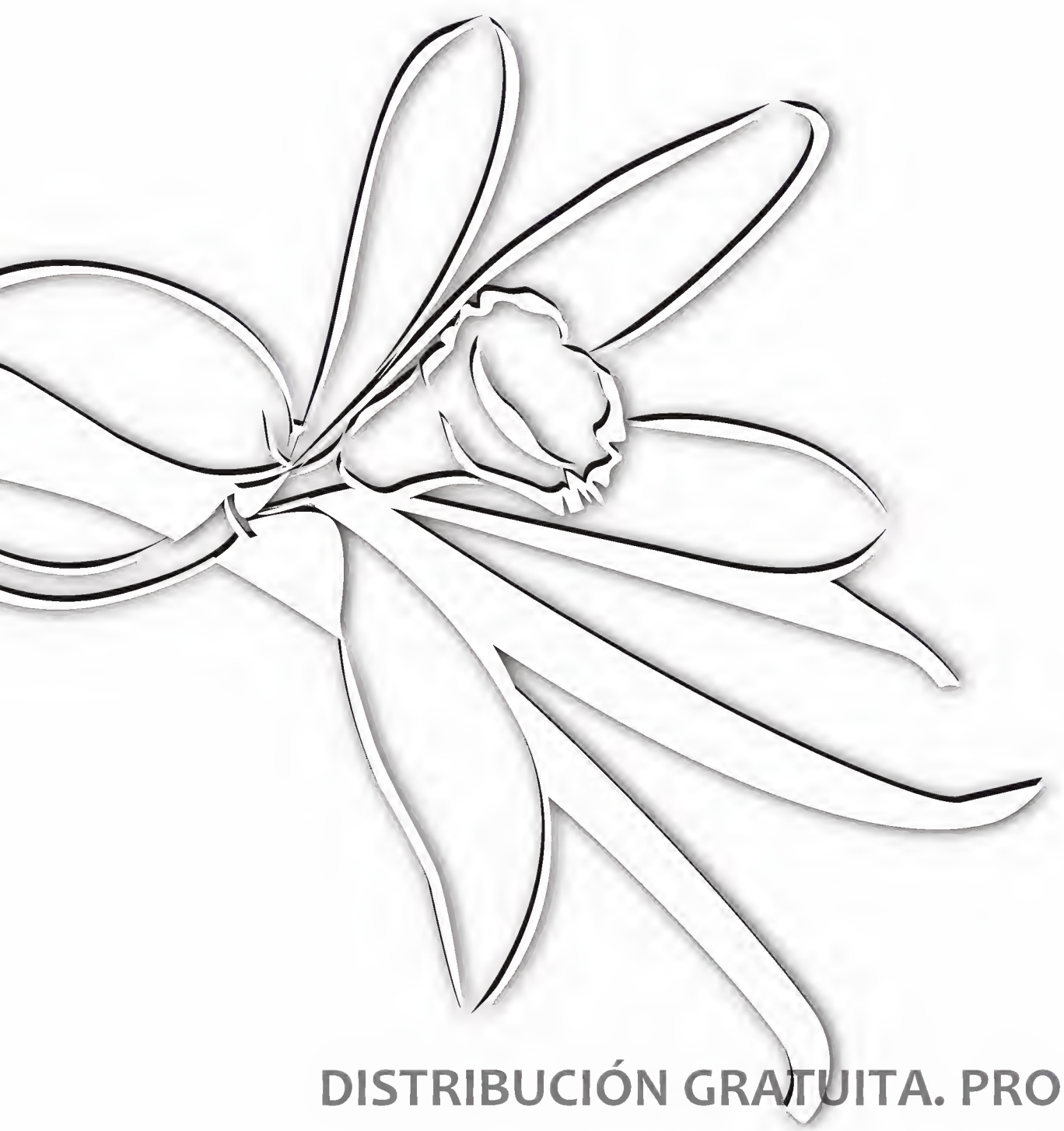
——. 2006. Playas y dunas. En: *Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal*. P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa y A.C. Travieso-Bello (eds.). Instituto de Ecología A.C./CONANP/SEMARNAT/Gobierno del Estado de Veracruz, México, pp. 121-149.

Ortíz-Pérez, M.A. y A.P. Méndez-Linares. 2000. Repercusiones por ascenso del nivel del mar en el litoral. En: *México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México*. G.C. Gay (ed.). INE/UNAM/US Country Studies Program, México, pp. 54-69.

Seingier, G., I. Espejel y J.L. Fermán A. 2009. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental* 1:54-69.

Zamudio-Ruiz, S. y M.A. Guadarrama-Olivera. 1985. La vegetación actual de la cuenca del río Usumacinta en el Estado de Tabasco. En: *Usumacinta. Investigación científica en la cuenca del Usumacinta*. Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 9-75.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los agroecosistemas

Eduardo Javier Moguel Ordóñez

Introducción

El concepto *agroecosistema* se ha utilizado para estudiar las actividades agrícolas desde un enfoque ecológico; es decir, como un ecosistema en el que el ser humano ha modificado uno o más de sus componentes (flora, fauna, suelo, hidrología o clima) para propiciar el establecimiento eventual o permanente de plantas de interés antropocéntrico (Gliessman 1980, 2002, Pérez-Moreno y Ferrera-Cerrato 1996).

Desde esta perspectiva, las interacciones entre las especies cultivadas y el ambiente en el que se encuentran constituyen un sistema interdependiente, en el cual, mientras más diversidad de plantas cultivadas haya en un mismo terreno, se propician condiciones favorables para una mayor diversidad de fauna.

Tabasco es un estado en cuyos suelos se ha establecido una amplia diversidad de plantas con interés agropecuario (Palma-López *et al.* 2007). Tanto los olmecas, quienes desde hace más de tres mil años ocuparon importantes zonas del oeste de la entidad, como los mayas, quienes habitaron las zonas bajas del centro y este del estado hace casi dos mil años, desarrollaron una producción agrícola muy intensa y diversa, pero en especial ingeniosa en cuanto a su adaptación a las condiciones tropicales e hidrológicas que desde esas épocas predominan en la mayor parte de la entidad.

Estas culturas (olmeca y maya) crearon sistemas de cultivos adaptados a las condiciones climáticas y fisiográficas que predominaban en el territorio tabasqueño, las cuales se caracterizaban por tener suelos predominantemente planos en más de la mitad del estado, temperaturas elevadas durante todo el año, una época lluviosa muy intensa seguida de una etapa de inundación en las tierras bajas y una temporada relativamente seca, en las cuales era posible aprovechar incluso parte de los humedales.

Con estas condiciones, sus sistemas de cultivo representaban prácticas que mantenían un equilibrio dinámico entre todos sus componentes; por ejemplo, el descanso (o barbecho) de los terrenos, los policultivos y el uso de terrazas y camellones. En la actualidad estos cultivos se conocen como agroecosistemas tradicionales, por el cúmulo de conocimientos que se han transmitido por generaciones, por las técnicas ancestrales que aún se utilizan y por los genotipos criollos o nativos utilizados (Hernández X. 1985, Martínez 1992). En las zonas donde persisten agroecosistemas tradicionales, la rotación de terrenos, la regeneración de vegetación en los terrenos que se dejan descansar y el uso de policultivos permiten que se mantenga fauna silvestre representativa de la zona, la cual encuentra alimento y refugio.

Con la colonización española, los sistemas de cultivos y su diversidad en la entidad fueron cambiando y se enfocaron en las oportunidades de comercialización del producto (Revel-Mouroz 1980, Ruíz 2001). Actualmente se cuenta con una gran diversidad de cultivos que son manejados como agroecosistemas modernos o comerciales, como del plátano, caña de azúcar, sandía, piña, hule, entre otros, en los que la producción es para comercializar. En su manejo confluyen aspectos como la utilización de insumos agropecuarios (fertilizantes, insecticidas, fungicidas, herbicidas, entre otros), genotipos y técnicas de cultivo generados en centros de investigación especializados e instrumentos y equipos que son adquiridos en empresas del ramo.

Desde el punto de vista de su distribución espacial, los agroecosistemas tradicionales se llevan a cabo en superficies dispersas y muy pequeñas (comúnmente menores de 3 ha).

Moguel Ordóñez, E.J. 2019. Los agroecosistemas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 143-152.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Así, se conforma un mosaico de áreas cultivadas y en descanso con diferentes estados de recuperación de la vegetación (Gliessman 2002), lo que no ocurre en las zonas con agroecosistemas comerciales, para los cuales se utilizan amplias extensiones preferentemente compactas (de más de 100 ha) y no dejan fragmentos de vegetación primaria o secundaria. Esto desempeña una función importante en la biodiversidad de la zona, debido a que una mayor presencia de vegetación primaria y secundaria propicia un hábitat adecuado para todos los grupos de fauna nativa.

Limitaciones naturales al desarrollo de agroecosistemas

La conformación geológica y fisiográfica de Tabasco ha permitido que amplias superficies de su territorio sean manejados mediante sistemas agrícolas intensivos (de plátano, caña de azúcar, piña, naranja y limón), en las que utilizan zonas que están completamente libres de inundaciones o sólo se inundan en periodos muy breves (menos de tres meses).

Otras áreas del estado, como las zonas serranas al sur y la franja costera con amplios humedales, presentan condiciones poco favorables para el desarrollo de cultivos agrícolas intensivos; las principales limitantes son el relieve, el tipo de suelo y las láminas de agua superficial por periodos de tres meses o más.

La sierra, con pronunciadas pendientes y roca superficial en los suelos cársticos, obstaculiza la mecanización, el acceso de equipo agrícola e insumos para establecer la agricultura comercial.

En las amplias planicies de toda la franja central y norte del estado, en las cuales la lámina de agua sobre el suelo permanece por más de tres meses con otras que fluctúan desde apenas unos centímetros hasta más de 3 m en épocas de avenidas o inundaciones (fines del verano, durante el otoño e incluso parte del invierno), la actividad agrícola se restringe a las riveras de los ríos durante la época seca del año.

A mediados del siglo XX se construyó infraestructura hidroagrícola (presas, canales, bordos) para disponer de más superficies de suelos libres de inundaciones e incorporarlos a las actividades agroindustriales, y se logró que la región conocida como La Chontalpa se mantuviera libre de inundaciones, por lo que se destinó, principalmente, a la agricultura comercial (Revel-Mouroz 1980).

Situación actual de los agrosistemas

En Tabasco, con un clima típicamente tropical, una gran diversidad de suelos y relieves, así como con abundantes cuerpos de agua, se favorece el cultivo de diversas especies, las cuales se pueden agrupar mediante los siguientes criterios:

a) De acuerdo con los tejidos de sus tallos (Valla 2005), como herbáceas, los que tienen tallos suaves, sin madera y normalmente son verdes (sandía, maíz, frijol, chile, plátano, tabaco, yuca, caña de azúcar y papaya); y leñosas, los que tienen tallos duros, con evidente formación de madera y comúnmente con una corteza áspera y rígida, además de tomar coloraciones oscuras, cafés o grisáceas (cacao, pimienta gorda, mango, naranja).
b) Por la longevidad de la planta o el tiempo que mantienen una producción rentable en anuales (maíz, arroz, sandía, chile, calabaza y frijol) y perennes (caña de azúcar, cocotero, plátano, achiote, piña, cacao y naranja).
c) Por los conocimientos, técnicas y variedades sembradas al dividirse en cultivos tradicionales (cacao, milpa, calabaza y pimienta gorda) y los modernos o tecnificados (sorgo, arroz, sandía, caña de azúcar, plátano y naranja; Hernández X. 1985, Remmers 1993).

En el cuadro 1 se presentan las 53 principales especies vegetales que fueron cultivadas en el estado para el año 2010 (SIAP 2011a). En ese año, la superficie estatal dedicada a esos agroecosistemas fue de 238 622.98 ha (9.65% de la superficie estatal), de las cuales 35% se dedicó al maíz, 17% al cacao, 13% a la caña de azúcar, 6% a cítricos, y tanto el plátano como el sorgo cubren 4% cada uno, con lo que estos seis cultivos ocupan 79% de la superficie total cultivada en la entidad.

Considerando que en 2010 a escala nacional se sembraron 21 952 745.02 ha, la participación de Tabasco representó 1.08%, que ocupó así el lugar 23 en cuanto a superficie sembrada (SIAP 2011a).

Con la regionalización del estado propuesta por Cerda-Tirado y Álvarez-Nemegyei (2001) se presenta, en el cuadro 2, la distribución de los principales agroecosistemas reconocidos en la entidad. La milpa y el frijol se cultivan prácticamente en todo el estado, en parte debido a que las variedades usadas están muy

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Superficies cultivadas y rendimientos por especie en el año 2010.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Maíz grano	83 711.75	104 467.40	1.56	Plátano valery	288.05	14 172.75	49.20
Sorgo grano	9 062.00	23 367.00	3.37	Mamey	104.00	121.00	1.16
Arroz	5 846.00	9 900.00	2.82	Palma africana o de aceite	5 939.91	40 090.48	9.82
Calabaza (semilla) o chihua	559 001.00	1 122.60	0.20	Hule	4 299.69	5 389.00	2.08
Frijol negro	4 775.10	2 301.70	0.49	Piña	1 269.00	41 575.00	32.76
Frijol x'pelon	23.00	10.20	0.60	Pimienta gorda	1 206.00	994.80	0.82
Yuca	1 240.00	13 043.50	11.74	Café cereza	1 040.16	635.00	0.61
Sandía	1 189.50	10 875.30	10.34	Papaya roja (zapote)	340.00	13 787.00	40.55
Chile seco tabaquero	382.00	146.10	0.38	Papaya maradol	188.00	6 468.00	34.59
Chile habanero	287.00	520.00	6.98	Mango manila	147.00	1 199.00	8.16
Chile seco costeño	170.00	105.00	0.62	Mango crillo	126.00	739.50	5.87
Chile jalapeño	63.00	577.00	15.18	Mango petacón	6.00	48.00	8.00
Chile verde	36.50	202.50	8.53	Mango Tommy	30.00	98.00	3.27
Melon	217.00	1 617.00	8.22	Naranja	8 171.84	80 886.00	9.92
Camote	69.00	505.00	8.86	Limón persa	7 137.57	80 527.00	11.67
Calabaza	56.00	157.00	9.81	Toronja	110.00	875.00	7.96
Pepino	53.00	120.00	12.00	Mandarina	62.00	370.00	5.97
Tomate rojo	31.00	431.00	13.90	Guayaba	62.00	814.00	13.13
Cilantro	29.00	24.00	2.00	Guanabana	48.00	560.00	12.17
Tabaco	19.00	10.00	0.53	Chicozapote	35.00	185.00	5.29
Cacao	41 024.58	18 320.45	0.45	Rambutan	17.00	56.00	8.00
Caña de azucar	31 340.00	1 664 111.00	60.15	Tamarindo	11.00	23.00	2.09
Cocotero (Copra)	12 174.84	8 852.00	0.73	Achiote	130.00	76.50	0.59
Aguacate	108.00	576.00	5.33	Noni	5.00	42.60	8.52
Plátano Roatán (enano gigante)	7 623.61	409 582.94	53.73	Carambola	3.00	49.00	16.33
Plátano macho	2 250.86	37 996.16	16.88	Zapote amarillo	1.50	13.50	9.00
Plátano dominico	473.52	5 824.62	12.30	**Superficie total cultivada**	**238 622.98**		

Fuente: SIAP 2011a.

adaptadas a las condiciones ambientales predominantes y porque son cultivos muy arraigados en la cultura y alimentación de los productores agrícolas.

Los agroecosistemas tradicionales

Dentro de los cultivos manejados como agroecosistemas tradicionales, algunos están dirigidos principalmente al autoconsumo, como la milpa, mientras que los productos de otros, como el cacao y la copra, están orientados a la comercialización. A continuación se hace una breve descripción de los aspectos relevantes de estos agroecosistemas.

La milpa

Este agroecosistema (figura 1), que gira en torno al cultivo del maíz (*Zea mays*), se cultiva en dos épocas: la siembra de temporal, que se efectúa al inicio de la temporada de lluvias (mayo-junio) y la de tornamil, que se lleva a cabo a fines del otoño o principios del invierno (noviembre-diciembre).

En ciertas zonas bajas del estado, en donde los suelos con vegetación hidrófita como el popal (*Thalia geniculata*) quedan libres de una lámina de agua superficial en la época seca del año, de febrero a marzo, se establecen las milpas conocidas, en algunos lugares, como marceño (Jiménez 2005, Maimone-Celorio *et al.* 2006).

En el estado, la primer siembra es la más generalizada y la más diversificada, ya que se acostumbra sembrarla asociada a especies de frijol común y sin tiempo (*Phaseolus vulgaris* y *Vigna unguiculata*, respectivamente), y calabaza (*Cucurbita pepo*); ocasionalmente se le asocian otras especies, como la sandía (*Citrullus vulgaris*), melón (*Cucumis melo*), chile (*Capsicum annum*) y camote (*Ipomoea batatas*).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Regiones de Tabasco y principales especies cultivadas.

Región	Subregión	Municipios	Agroecosistemas tradicionales	Agroecosistemas tecnificados
Grijalva				
	Centro	Centro Jalpa de Méndez Nacajuca	Milpa (asociacion de maíz *Zea mays*, frijol común *Phaseolus vulgaris*, frijol sin tiempo *Vigna unguiculata*, calabaza *Cucurbita pepo*, sandía *Citrullus vulgaris*, chile *Capsicum annum*, camote *Ipomoea batatas*), cacao (*Theobroma cacao*), frijol (*Phaseolus vulgari*), pimienta gorda (*Pimenta dioica*), tabaco (*Nicotiana tabacu*), achiote (*Bixa orellana*)	Maíz (*Zea mays*), plátano (*Musa cavendishii* y *M. paradisiaca*), papaya (*Carica papaya*)
	Chontalpa	Huimanguillo Cárdenas Cunduacán Comalcalco Paraíso	Milpa (asociacion de maíz *Zea mays*, frijol común *Phaseolus vulgaris*, frijol sin tiempo *Vigna unguiculata*, calabaza *Cucurbita pepo*, sandía *Citrullus vulgaris*, chile *Capsicum annum*, camote *Ipomoea batatas*), cacao (*Theobroma cacao*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), pimienta gorda (*Pimenta dioica*), cocotero (*Cocos nucifera*), achiote (*Bixa orellana*)	Maíz (*Zea mays*), plátano (*Musa cavendishii* y *M. paradisiaca*), papaya (*Carica papaya*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), arroz *Oryza sativa*), chile (*Capsicum annum*), yuca (*Manihot esculenta*), piña (*Ananas comosus*), naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus limon*), toronja *Citrus maxima*), mandarina (*Citrus nobilis*), café (*Coffea arabica*), sorgo (*Sorghum vulgare*), palma africana o de aceite (*Elaeis guineensis*), hule (*Hevea brasiliensis*), eucalipto (*Eucalyptus urograndis*)
	Sierra	Teapa Jalapa Tacotalpa	Milpa (asociacion de maíz *Zea mays*, frijol común *Phaseolus vulgaris*, frijol sin tiempo *Vigna unguiculata*, calabaza *Cucurbita pepo*, sandía *Citrullus vulgaris*, chile *Capsicum annum*, camote *Ipomoea batatas*), cacao (*Theobroma cacao*), frijol (*Phaseolus vulgaris*)	Maíz (*Zea mays*), plátano (*Musa cavendishii* y *M. paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*), café (*Coffea arabica*), frijol común (*Phaseolus vulgaris*), cacao (*Theobroma cacao*), palma africana o de aceite (*Elaeis guineensis*)
Usumacinta				
	Rios	Balancán Emiliano Zapata Tenosique	Milpa (asociacion de maíz *Zea* mays, frijol común *Phaseolus vulgaris*, frijol sin tiempo *Vigna unguiculata*, calabaza *Cucurbita pepo*, sandía *Citrullus vulgaris*, camote *Ipomoea batatas*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), chile seco: tabaquero y costero (*Capsicum annum*), calabaza chihua (*Cucurbita moschata*)	Maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum vulgare*), arroz (*Oryza sativa*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sandía (*Citrillus vulgaris*), chile (*Capsicum annum*), palma africana o de aceite (*Elaeis guineensis*), hule (*Hevea brasiliensis*), eucalipto (*Eucalyptus urograndis*)
	Pantanos	Macuspana Jonuta Centla	Milpa (asociacion de maíz *Zea mays*, frijol común *Phaseolus vulgaris*, frijol sin tiempo *Vigna unguiculata*, calabaza *Cucurbita pepo*, sandía *Citrullus vulgaris*, chile *Capsicum annum*, camote *Ipomoea batatas*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), cocotero (*Cocos nucifera*)	Maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum vulgare*), arroz (*Oryza sativa*), cocotero (*Cocos nucifera*), chile (*Capsicum annum*), mango (*Mangifera indica*), palma africana o de aceite (*Elaeis guineensis*), hule (*Hevea brasiliensis*)

Fuente: elaboración propia con información de Cerda-Tirado y Alvarez-Nemegyei 2001, SIAP 2011c.

Frijol

La siembra normalmente es monoespecífica; es decir, una sola especie cultivada en el terreno. Las especies de frijol utilizadas son el común (*Phaseolus vulgaris*) y sin tiempo o x'pelón (*Vigna unguiculata*). El periodo de siembra del frijol común es en tornamil (noviembre-diciembre), y el frijol sin tiempo se siembra en el temporal (mayo-junio) y en el tornamil (figura 2).

Cacao

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao*; figura 3) es quizá el más emblemático del estado, tanto por el producto que se obtiene como por la historia del manejo y domesticación que ha tenido desde la época prehispánica. Aunque la producción que se obtiene está enfocada a la comercialización y en su cultivo se manejan insumos utilizados comúnmente en la agricultura comercial, muchas actividades de manejo de la plantación se siguen llevando a cabo manualmente y con conocimientos ancestrales que se han transmitido de generación en generación (López *et al.* 1996, González 2005).

Las plantaciones de cacao se encuentran en la subregión de La Chontalpa (Cunduacán, Cárdenas, Comalcalco, Paraíso, Jalpa de Méndez y Huimanguillo), donde se ubica la mayor superficie dedicada a este

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Milpa cultivada en la zona serrana al sur del estado. Foto: Eduardo Moguel.

cultivo; superficies menores se localizan en las subregiones del Centro (municipio Centro y Nacajuca) y de la Sierra (Teapa y Tacotalpa; cuadro 2).

En el año 2010, la superficie de cacao cultivada en Tabasco representó 66.88% de la superficie total nacional (61 344.25 ha; SIAP 2011a, b); en fechas más recientes es posible encontrar plantaciones de cuatro tipos de cacao: a) el criollo, es el que originalmente cultivaban los olmecas y mayas en esta región; b) el forastero o guayaquil, es el más difundido por su rendimiento y resistencia a problemas fitosanitarios; c) el calabacillo; y d) el ceylan, que juntos representan menos de 10% de la superficie cultivada de la entidad (López *et al.* 1996, González 2005).

El sistema de cultivo del cacao con sombra es uno de los ejemplos de agroecosistemas más complejos de nuestro país debido a su semejanza en estructura y funcionamiento con un ecosistema de selva (Pérez-De La Cruz *et al.* 2009): un estrato superior que funciona como sombra al cacao, compuesto de especies como moté (*Erythrina fusca*), saman (*Pithecellobium saman*), chipilcoite (*Diphysa robinioides*) y cocoite (*Gliricidia sepium*); forestales como el cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophyla*), hoja fresca (*Dendropanax arboreus*), tatúan (*Colubrina arborescens*) y corozo (*Scheelea liebmannii*); frutales como aguacate

Figura 2. Cultivo de frijol común. Foto: Eduardo Moguel.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(*Persea americana*), mango (*Mangifera indica*), mamey (*Pouteria sapota*), coco (*Cocos nucifera*), tamarindo (*Tamarindus indica*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), naranja agria (*Citrus aurantifolia*), guaya (*Talisia oliviformis*), castaña (*Artocarpus altilis*), chicozapote (*Manilkara zapota*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), guanabana (*Annona muricata*) y cuinicuil (*Inga jinicuil*); condimentos como canela (*Cinnamomun zeylanicum*), pimienta gorda (*Pimenta dioica*); un estrato medio en el cual se encuentra el cacao y especies como el limón (*Citrus limon*), pataste (*Theobroma bicolor*), mandarina (*Citrus nobilis*), marañón (*Anacardium occidentale*), achiote (*Bixa orellana*), nance (*Byrsonima crassifolia*), guayaba (*Psidium guajava*), papaya oreja de mico (*Carica mexicana*), plátano manzano (*Musa sapientum*), plátano macho (*M. paradisiaca*), momo (*Piper auritum*); y un estrato inferior como piña (*Ananas comosus*), perejil (*Eryngium foetidum*), matali (*Tradescantia zebrina purpusii*), pitahaya (*Hylocereus undatus*) y jujo (*Passiflora quadrangularis*).

Cocotero

El cultivo del cocotero (*Cocos nucifera*; figura 4) representa sólo 9.2% de la superficie cultivada a escala nacional, y es de amplia tradición en toda la costa estatal, desde la desembocadura del río Tonalá hasta la del río San Pedro y San Pablo; en ésta, la variedad que predominaba hasta hace unas décadas es la conocida como Alto del Atlántico que, debido (principalmente) a la enfermedad del amarillamiento letal, se ha sustituido por híbridos generados de la cruza del cocotero Enano Amarillo Malayo por el Alto del Pacífico.

A partir de la producción que se obtiene de superficies con escaso manejo agrícola y con el predominante uso de mano de obra familiar en actividades, la copra, producto del endospermo de la semilla del fruto del cocotero, es comercializada como la cosecha o recolección de los frutos, obtención y secado de la copra, y hasta la comercialización de la misma. Asociado al cocotero, es común encontrar pastos que sirven como alimento al ganado bovino, y algunas especies de frutales como la naranja dulce, limón, pimienta gorda, entre otras.

Otras especies que se manejan como agroecosistemas tradicionales son pimienta grande o gorda (*Pimenta dioica*), calabaza para semilla o chihua (*Cucurbita moschata*), achiote (*Bixa orellana*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), camote (*Ipomoea batatas*) y variedades de chile seco como taquero y costeño (*Capsicum annuum*).

Figura 3. Cultivo de cacao en el municipio Cárdenas. Foto: Eduardo Moguel.

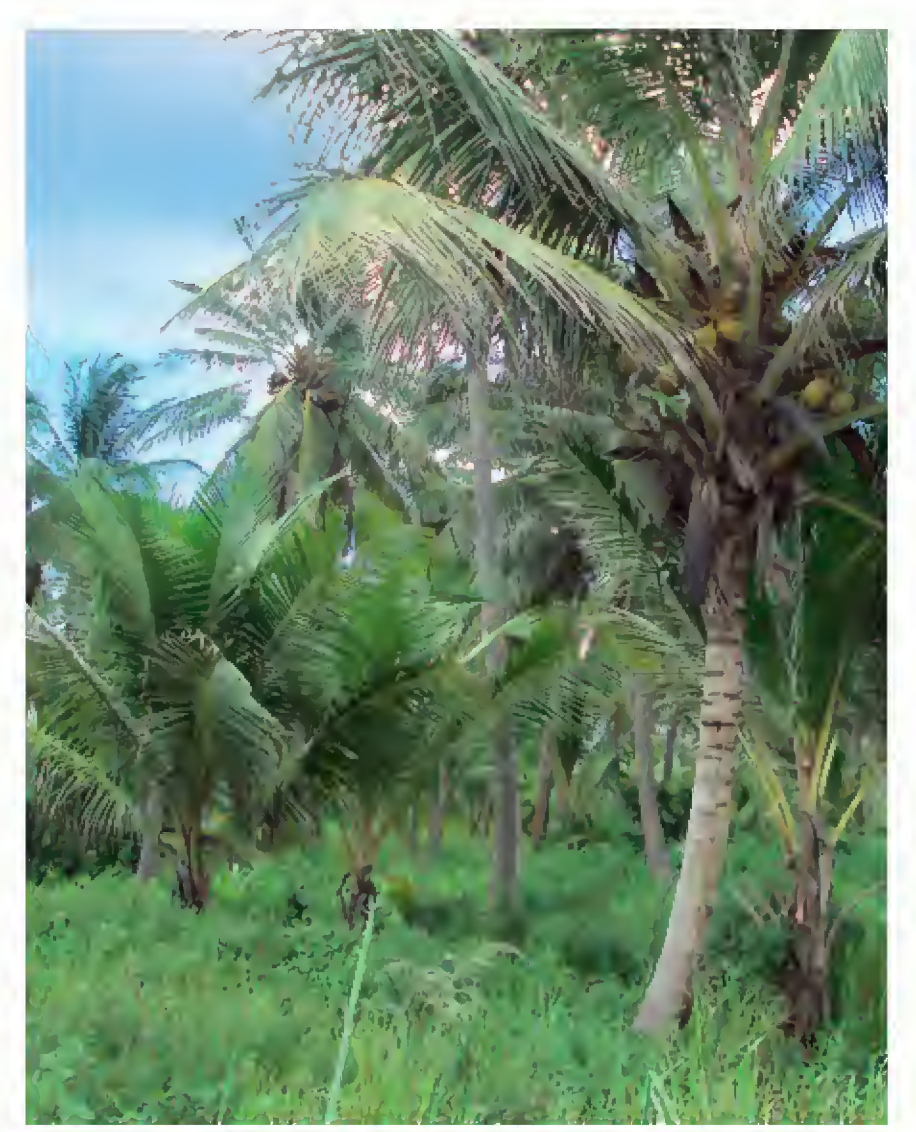


Figura 4. Cultivo de cocotero en la zona costera del estado. Foto: Eduardo Moguel.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los agroecosistemas modernos o tecnificados

Dentro de esta categoría se encuentran la mayoría de los agroecosistemas actuales del estado. A continuación se presentan breves descripciones de algunos.

Plátano

Este cultivo (figura 5) que se desarrolla en la zona central del estado es monoespecífico y se considera perenne debido a que una misma cepa produce por varios años con manejo adecuado. Las especies de plátano más cultivadas son *Musa cavendishii*, de cuyos genotipos se obtiene el plátano comestible Roatán y *M. paradisiaca*, del cual se consigue el plátano macho; sin embargo, existen variedades, como el plátano manzano y el dominico, que comúnmente se encuentran en traspatios o en pequeñas parcelas menores a una hectárea, aun cuando no son cultivados a gran escala (SIAP 2011a). La superficie cultivada en el estado representa 13.6% del total nacional (SIAP 2011a, b).

Arroz

El cultivo del arroz (*Oryza sativa*) se lleva a cabo tanto en la región de La Chontalpa como en amplias zonas de Balancán, particularmente las limítrofes con Campeche y pequeñas áreas de Tenosique. Su cultivo se realiza, predominantemente, en primavera-verano, aunque en el ciclo otoño-invierno también se cultiva en zonas no inundables o ligeramente inundables.

Sorgo

Este cultivo se establece tanto en el ciclo primavera-verano como en otoño-invierno. En las vegas de ríos, específicamente en los municipios de la subregión de los ríos, el sorgo (*Sorghum vulgare*) se cultiva cuando el agua de estos ha retornado por completo a sus cauces, lo que normalmente ocurre a fines del invierno e inicios de la primavera.

Caña de azúcar

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una planta que se cultiva de manera preponderante en la región de La Chontalpa (figura 6), en donde es

Figura 5. Cultivo de plátano en la zona limítrofe entre el municipio Centro y Cunduacán. Foto: Eduardo Moguel.

procesado en dos ingenios azucareros. En el municipio Tenosique aún se encuentra una superficie significativa de plantíos de caña de azúcar, aunque en relativo abandono debido a los problemas que enfrenta el ingenio ahí existente. El total de la superficie estatal con cultivo de caña de azúcar representa 4.26% de la superficie nacional (SIAP 2011a, b).

Sandía

Este cultivo es uno de los más populares en la subregión de los Ríos (Balancán, Tenosique y Emiliano Zapata) debido al precio que el kilogramo llega a alcanzar en épocas de alta demanda. Normalmente la sandía (*Citrullus vulgaris*) se siembra en otoño y principios de invierno, y su cultivo se maneja mucho con el uso de insumos agrícolas (fertilizantes, insecticidas y fungicidas).

Otros agroecosistemas tecnificados de Tabasco son piña (*Ananas comosus*); papaya (*Carica papaya*) variedad maradol y zapote; chile (*Capsicum annuum*) con variedades como el chile verde, jalapeño y habanero; yuca (*Manihot esculenta*); melón (*Cucumis melo*); cítricos como la naranja (*Citrus sinensis*; figura 7), limón persa o limón sin semilla (*Citrus limon*), toronja (*Citrus maxima*) y mandarina (*Citrus nobilis*);

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. Cultivo de caña de azúcar en la zona de la sabana de Huimanguillo. Foto: archivo COVINSE, DACBiol-UJAT.

Figura 7. Cultivo de naranja en la zona de la sabana de Huimanguillo. Foto: archivo COVINSE, DACBiol-UJAT.

mango (*Manguifera indica*) con las variedades manila, Tommy, petacón y criollos; café (*Coffea arabica*); aguacate (*Persea americana*); cilantro (*Coriandrum sativum*); mamey (*Mammea americana*); tamarindo (*Tamarindus indica*); chicozapote (*Manilkara zapota*); guanabana (*Annona muricata*); guayaba (*Psidium guajaba*); calabaza (*Cucurbita pepo*); tomate (*Lycopersicon esculentum*), y pepino (*Cucumis sativus*).

Además de los cultivos anteriores, plantaciones de especies como el eucalipto (*Eucalyptus urograndis*; figura 8); la palma de aceite (*Elaeis guineensis*; figura 9) y hule (*Hevea brasiliensis*; figura 10) han sido impulsados en el estado y se han encontrado plantíos de las mismas, particularmente en áreas de sabana y lomeríos, como las existentes en los municipios Huimanguillo, Macuspana, Emiliano Zapata, Balancán y Tenosique. Estos cultivos adquieren importancia para la biodiversidad cuando empiezan a cubrir el suelo

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

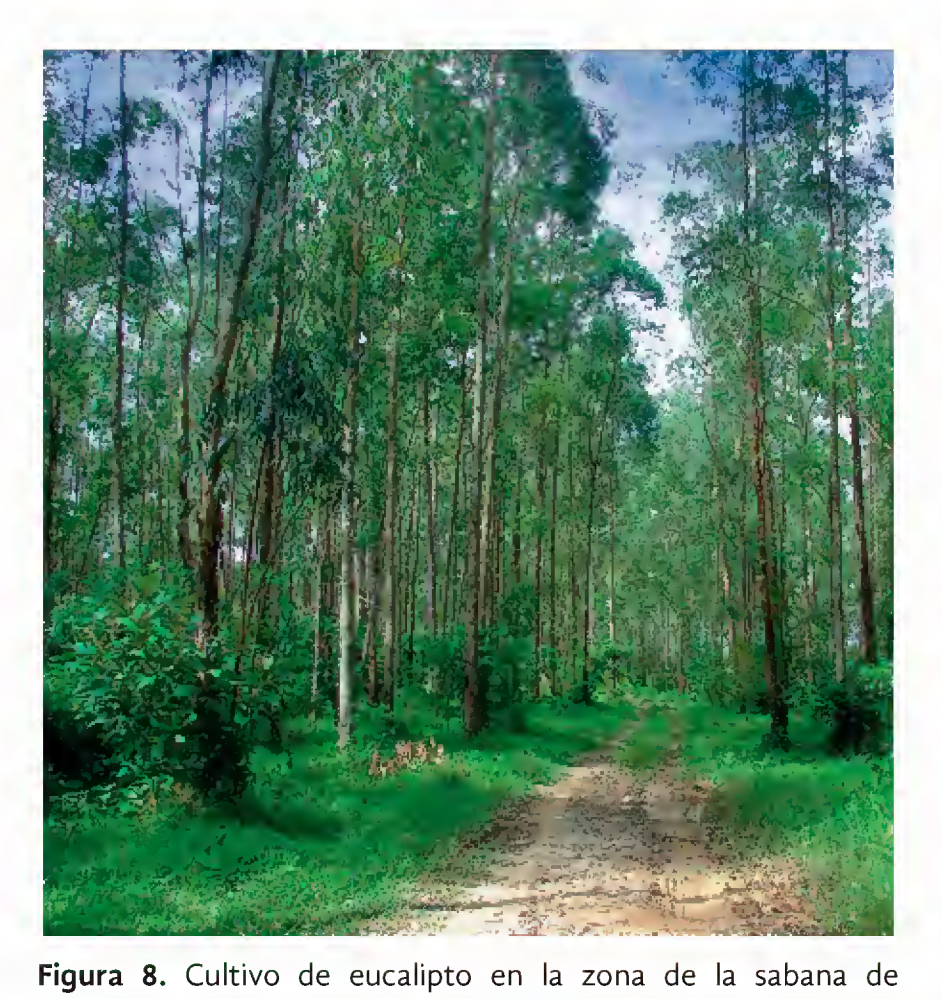


Figura 8. Cultivo de eucalipto en la zona de la sabana de Huimanguillo Foto: archivo COVINSE, DACBiol-UJAT.

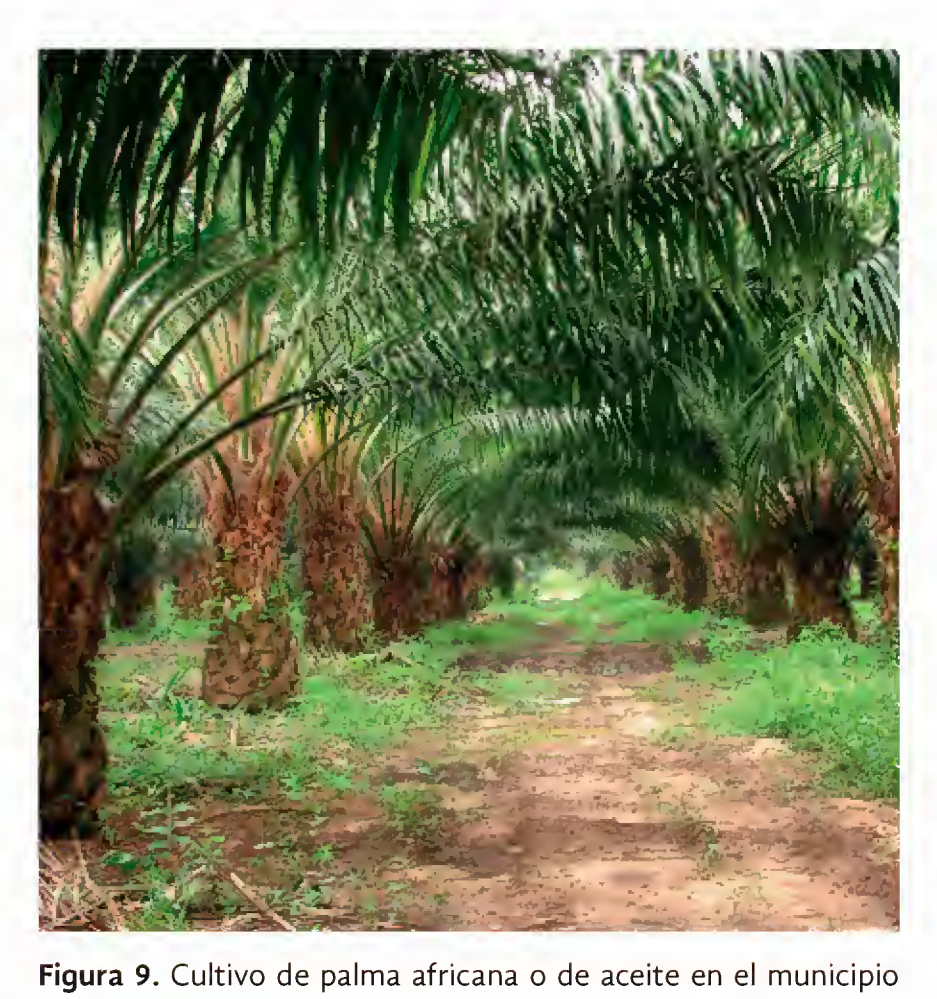


Figura 9. Cultivo de palma africana o de aceite en el municipio Macuspana. Foto: archivo COVINSE, DACBiol-UJAT.

Figura 10. Cultivo de hule en el municipio Macuspana. Foto: archivo COVINSE, DACBiol-UJAT.

y proporcionan un espacio como refugio, nidación e incluso alimentación para muchas especies de fauna.

Perspectivas

A escala nacional, Tabasco contribuye con 1.08% de la superficie cultivada (SIAP 2011b). Son siete los cultivos (maíz, cacao, caña de azúcar, cocotero, plátano, naranja y limón) que cubren prácticamente 82% de la superficie cultivada en la entidad y poco más de 30 cultivos cubren el restante 18% (SIAP 2011a). La diversidad de cultivos registrada para el estado en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA es pequeña, con 53 variedades de cultivo en comparación con las 563 reportadas en el país.

De ese total estatal, 34 cultivares ocupan superficies menores a 1 000 ha cada uno, y de estos últimos, 19 tienen una superficie estatal sembrada menor a 100 ha cada uno. Esto se aprecia en campo como áreas cultivadas muy dispersas y pequeñas que están relacionadas con la

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

gran cantidad de comunidades y poblaciones rurales del estado, con las restricciones naturales que en amplias extensiones imponen la hidrología y la orografía, y con la persistencia de limitaciones económicas y tecnológicas que impiden a pequeños productores incorporar más superficies al cultivo.

Desde el punto de vista ecológico, esta situación es favorable para la conservación de la biodiversidad del estado, puesto que permite que se mantengan fragmentos de vegetación nativa y, en ésta, fauna asociada a la misma, lo que no ocurre en las zonas con cultivos extensivos, en las cuales amplias extensiones compactas de tierras son utilizadas para un solo cultivo y se ha eliminado la vegetación que podría funcionar como refugio, alimentación o zona de reproducción para la fauna.

Del periodo de 2005 a 2009, la superficie cultivada en el estado fue de 239 642.8 ha en promedio, y en el año 2010 fue de 238 622.98 ha. Visto así, tanto la superficie cultivada como la diversidad de cultivos se han mantenido constantes en los últimos años, por lo que no se vislumbra algún incremento a corto plazo. Esto indica que la actividad agrícola no presenta, a corto y mediano plazo, un factor que contribuya a la pérdida de ecosistemas como selvas y pantanos.

Referencias

Cerda-Tirado, M. y G. del C. Álvarez-Nemegyei. 2001. *Atlas del estado de Tabasco*. Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental/Gobierno del Estado de Tabasco, México.

Gliessman, S.R. 1980. Aspectos ecológicos de las prácticas agrícolas tradicionales en Tabasco, México: Aplicaciones para la producción. *Biótica* 5(3):93-101.

——. 2002. *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE, Costa Rica.

González, V.W. 2005. *Cacao en México: Competitividad y medio ambiente con alianzas (Diagnóstico rápido de producción y mercadeo)*. USAID, México.

Hernández X., E. 1985. Agricultura tradicional y desarrollo. *Revista de Geografía Agrícola* 1:419-422.

Jiménez, M. 2005. *Los agroecosistemas de los cordones litorales de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Tesis de licenciatura en Biología. UJAT, Villahermosa.

López, P., V. Delgado N. y A. Azpeitia M. 1996. *El cacao (Theobroma cacao L.) en Tabasco*. Libro técnico No. 1. INIFAP/Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Maimone-Celorio, M.R, M. Aliphat, D. Martínez-Carrera *et al*. 2006. Manejo tradicional de humedales tropicales y su análisis mediante sistemas de información geográfica (SIG): El caso de la comunidad maya-chontal de Quintín Arauz, Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 22(1):27-49.

Martínez, S.T. 1992. De la milpa a la agroutopía: opciones de cambio para una agricultura tradicional. En: *La modernización de la milpa en Yucatán: utopía o realidad*. D. Zizumbo V., C.H. Rasmussen, L.M. Arias R. y S. Teheran C. (eds.). CICY, Mérida, pp. 65-77.

Palma-López, D.J., J. Cisneros D., E. Moreno C. y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*. COLPOS/ISPROTAB/FUPROTAB, Villahermosa.

Pérez-De La Cruz, M., A. Equihua-Martínez, J. Romero-Nápoles, *et al*. 2009. Diversidad, fluctuación poblacional y plantas huésped de escolitinos (Coleoptera: Curculionidae) asociados con el agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80(3):779-791.

Pérez-Moreno, J. y R. Ferrera-Cerrato (eds). 1996. *Nuevos horizontes en agricultura: Agroecología y desarrollo sostenible*. COLPOS, Montecillo.

Remmers, G. 1993. Agricultura tradicional y agricultura ecológica: vecinos distantes. *Agricultura y Sociedad* 66:201-220.

Revel-Mouroz, J. 1980. *Aprovechamiento y colonización del trópico húmedo mexicano*. FCE, México.

Ruíz A., C. 2001. *Tabasco en la época de los Borbones:comercio y mercados, 1777-1811*. UJAT, Villahermosa.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2011a. *Cierre de la producción agrícola por cultivos. Estado: Tabasco. Ciclo: cíclicos y perennes 2010. Modalidad Riego + Temporal*. En: ‹*http://www.siap.gob.mx*›, última consulta: 20 de octubre de 2011.

——. 2011b. *Cierre de la producción agrícola por cultivos. Producción Nacional. Ciclo: cíclicos y perennes 2010. Modalidad Riego + Temporal*. En: ‹*http://www.siap.gob.mx*›, última consulta: 24 de octubre de 2011.

——. 2011c. *Estadísticas Municipales para Tabasco por cultivo. Ciclo: cíclicos y perennes 2010. Modalidad Riego + Temporal*. En: ‹*http://www.siap.gob.mx*›, última consulta: 26 de octubre de 2011.

Valla, J.J. 2005. Botánica. *Morfología de las plantas superiores*. Hemisferio Sur, Argentina.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El estudio de paisaje: una herramienta para el manejo de los recursos naturales

Lilia María Gama Campillo, Ricardo Alberto Collado Torres, Hilda María Díaz López, Claudia Villanueva García, María Elena Macias Valadez Treviño y Eduardo Javier Moguel Ordóñez

Introducción

Existe una gran necesidad de contar con recursos que permitan responder a mediano plazo a las necesidades de los habitantes de Tabasco, lo que sólo se logrará si se manejan adecuadamente los recursos naturales.

El paisaje es la puerta de entrada para conocer los recursos que tenemos con la finalidad de proponer su manejo que garantice un desarrollo sustentable y de preservación de nuestra biodiversidad, ya que en una sola obra cartográfica se reflejan las variables más repre-sentativas que sustentan los procesos que en él se dan.

De acuerdo con algunas definiciones incluidas en Durán *et al*. (2002), un paisaje es una extensión de terreno compuesta por una agregación de componentes bióticos y abióticos que interactúan entre sí y se repiten a través del espacio en que se encuentran.

Hacer una regionalización paisajística con base en los componentes que interactúan permite, entre otras cosas, dar sustento a un diagnóstico del territorio o llevar a cabo propuestas de manejo. Estas regionalizaciones se fundamentan en el análisis de tres sistemas relativamente independientes, pero al mismo tiempo están interconectados naturaleza-economía-población, para lo cual se requiere partir de una visión integradora con cada uno de ellos.

El análisis del paisaje permite este tipo de valoración integradora de la naturaleza, ya que no sólo contiene información de los recursos naturales de los cuales depende el ser humano, también son el escenario en y donde se llevan a cabo las actividades productivas y sociales.

Interpretar la información permite conocer los aspectos más importantes del medio natural a partir de datos físicos y biológicos. Entre los datos físicos se incluyen los fisiográficos; es decir, el tipo de lugar en el que se encuentra un paisaje y su origen. Otra información que se tiene en consideración es el tipo de clima que predomina en el sitio y las clases de plantas y animales que habitan allí.

Uso de sistemas de información geográfico (SIG) para el análisis del paisaje

La información integrada en un mapa permite, de una forma fácil y rápida, tener conocimiento de las características del lugar y de sus implicaciones, razón por la cual el SIG es una herramienta básica para analizar el paisaje.

El estudio de los paisajes de un área permite construir un mapa con todos los tipos de paisajes clasificados de acuerdo con sus características. El mapa permite, fácil y rápidamente, tener conocimiento de las características del lugar y de sus implicaciones, razón por la cual, el uso del SIG es básico para analizarlo.

Entre los datos importantes que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI 2001), para conocer el paisaje de una región es necesaria la ubicación de su origen en el tiempo, y así tener información respecto a cuando aparecieron los paisajes.

De acuerdo con Mateo (1984), los paisajes se agrupan en cuatro tipos principales:

1. Los naturales, donde no se llevan a cabo actividades antrópicas.
2. Los creados por el ser humano para efectuar actividades de explotación primaria como agricultura, ganadería, manejo forestal o acuacultura.

Gama, L., R. Collado, H.M. Díaz-López, C. Villanueva-García, M.E. Macias-Valadez y E.J. Moguel Ordóñez. 2019. El estudio de paisaje: una herramienta para el manejo de los recursos naturales. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 153-158.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

3. Los altamente alterados por actividades humanas que resultan de la explotación intensa de algún recurso, que alteran radicalmente sus características, como son las zonas en donde se llevan a cabo actividades de extracción de materiales y zonas con infraestructura para actividades productivas (extracción petrolera).
4. Las zonas asociadas a las construcciones para habitación que van desde pequeñas congregaciones y poblados de diferentes tamaños hasta las grandes ciudades.

Los paisajes en Tabasco

La entidad tiene condiciones muy interesantes, como su ubicación en la zona tropical, su relieve que es principalmente plano y de escasa altitud, y su cercanía al mar. Estas características la hacen una zona muy lluviosa (Gama *et al.* 2005). La mayor parte de la superficie se ubica en lo que se conoce como Llanura Costera del Golfo Sur y corresponde a paisajes en zonas bajas e inundables. Las zonas de lomeríos y montañas de áreas como la región Sierra y Tenosique al sur del estado corresponden a la región de la sierra y montañas de Guatemala, donde predominaban, desde hace muchos años, las selvas tropicales con suelos ricos, de los cuales aún se pueden encontrar pequeños fragmentos. En la parte sur del estado, en la zona que limita con Chiapas y la República de Guatemala, existen algunas zonas de lomeríos y montañas.

Al revisar los datos geológicos de la entidad, se tiene que son muy recientes en comparación al resto del país; de hecho, la mayor parte de esta región está caracterizada por tener zonas bajas que emergieron en el Cenozoico, con la llegada de una gran diversidad de mamíferos. En esa época sucedieron las glaciaciones más importantes y comenzó a aparecer la mayor parte de la diversidad de especies que corresponden a la flora y fauna actual (Ceballos *et al.* 2010).

Existen cuatro principales tipos de suelos, en orden de importancia son Gleysoles, Litosoles, Luvisoles y Regosoles. La mayor parte del territorio se encuentra en zonas con suelos poco fértiles característicos de áreas bajas inundables (Gleysoles), debido a que su capacidad de drenaje es muy escasa. En éstas se encuentran paisajes llamados "creados por el ser humano" para llevar a cabo actividades como la agricultura; por ejemplo, las grandes zonas de pastizales que, en su mayoría, han sido inducidos a través de quemas y usados para la cría de ganado y el desarrollo de diferentes tipos de cultivos (Ruz *et al.* 2002)

La vegetación es el elemento más importante en los mapas de paisajes (figura 1). En estos se aprecia que, para el estado, ya son muy escasas las zonas naturales que aún mantienen algún tipo de selva como las partes altas de las montañas; sin embargo, se tienen importantes áreas de humedales conocidas como pantanos. En general, los paisajes de Tabasco, como han sido descritos anteriormente, pueden resumirse en el cuadro 1.

Entre los principales tipos de vegetación natural se encuentran algunos fragmentos de selva mediana, alta perennifolia y subcaducifolia, así como manglares y zonas de pantano con tulares y popales (Flores y Geréz 1988).

Sin embargo, la intensa actividad humana desarrollada en Tabasco ha ocasionado la desaparición progresiva de la vegetación natural, dejando sólo algunos fragmentos importantes de extensiones de bosques tropicales que, en el pasado, abundaban en el estado, algunos de los cuales ya se consideran como ecosistemas de alta fragilidad debido a las condiciones de su vegetación en fragmentos muy pequeños, suelo con procesos de degradación, pendientes mayores a 20%, complejidad estructural e importante biodiversidad (Gama *et al.* 2005).

Esta zona es muy susceptible a fenómenos hidrometeorológicos extremos (aquellos que de acuerdo con el Sistema Meteorológico Nacional superan los 150 mm en un evento) que, en ocasiones, han producido desastres ecológicos a causa de los procesos naturales, como las tormentas tropicales que han generado inundaciones frecuentes, la sedimentación abundante y la colmatación (acumulación de los sedimentos) de los cuerpos de agua, los problemas de drenaje, las intrusiones salinas que conducen a la salinización de los suelos y los acuíferos, así como la erosión de la franja costera (Hernández-Santana *et al.* 2008). También son significativos los procesos de colapsos o asentamientos superficiales del terreno que causan la compactación de sedimentos y la contracción y expansión de arcillas, procesos que se ocasionan debido al cambio de humedad en los suelos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

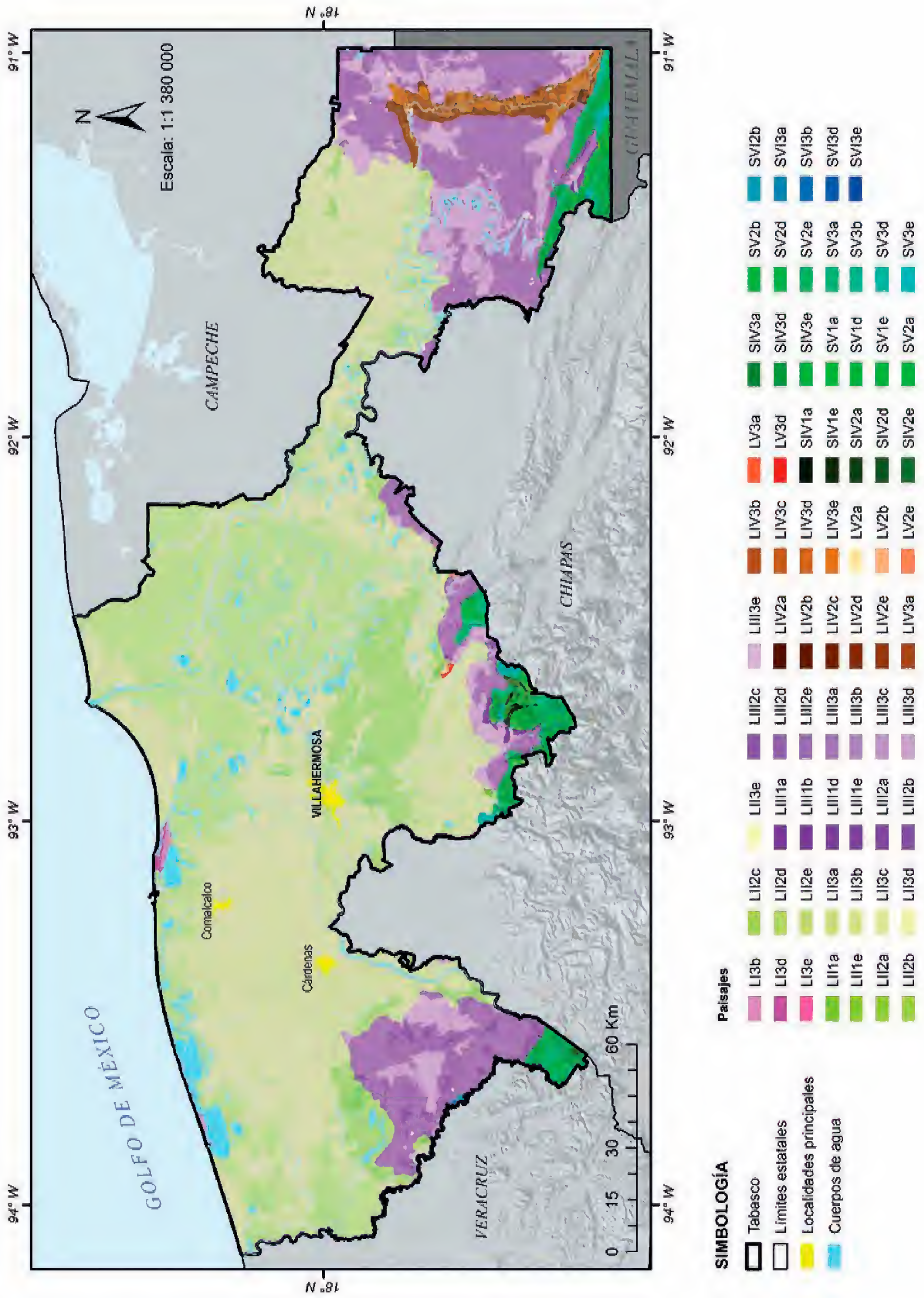


Figura 1. Paisajes de la entidad. Fuente: elaboración propia con información de Mateo 1984, INEGI 2001.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Características principales e información base con la que se elaboró el mapa de los paisajes de Tabasco.

Provincia	Fisiografía	Geología, clima y suelo	Vegetación	Clave (figura 1)
Llanura Costera del Golfo Sur				
	Playa o barra	Cuaternario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con suelos de Arenosol, Fluvisol y Solonchak	Humedales Agricultura Pastizales	LI3b LI3d LI3e
	Llanura	Cretácico, con clima cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Acrisol y Leptosol	Bosques tropicales Pastizales	LII1a LII1e
		Terciario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido húmedo con lluvias todo el año y cálido subhúmedo con lluvias en verano, con suelos de Acrisol, Alisol, Cambisol, Ferrasol, Fluvisol, Gleysol, Histosol, Leptosol, Luvisol, Plintosol, Regosol, Solonchak y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Vegetación secundaria Agricultura Pastizales	LII2a LII2b LII2c LII2d LII2e
		Cuaternario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido húmedo con lluvias todo el año y cálido subhúmedo con lluvias en verano, con suelos de Acrisol, Alisol, Arenosol, Cambisol, Ferrasol, Fluvisol, Gleysol, Histosol, Leptosol, Luvisol, Plintosol, Regosol, Solonchak y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Vegetación secundaria Agricultura Pastizales	LII3a LII3b LII3c LII3d LII3e
	Lomerío	Cretácico, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y con clima cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Arenosol, Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Agricultura Pastizales	LIII1a LIII1b LIII1d LIII1e
		Terciario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido húmedo con lluvias todo el año y cálido subhúmedo con lluvias en verano, con suelos de Acrisol, Alisol, Arenosol, Cambisol, Ferrasol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol, Plintosol, Regosol, Solonchak y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Vegetación secundaria Agricultura Pastizales	LIII2a LIII2b LIII2c LIII2d LIII2e
		Cuaternario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido húmedo con lluvias todo el año y cálido subhúmedo con lluvias en verano, con suelos de Acrisol, Alisol, Arenosol, Cambisol, Ferrasol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol, Plintosol, Regosol, Solonchak y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Vegetación secundaria Agricultura Pastizales	LIII3a LIII3b LIII3c LIII3d LIII3e
	Valle	Terciario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano, con suelos de Arenosol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Vegetación secundaria Agricultura Pastizales	LIV2a LIV2b LIV2c LIV2d LIV2e
		Cuaternario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano, con suelos de Fluvisol, Gleysol, Leptosol y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Vegetación secundaria Agricultura Pastizales	LIV3a LIV3b LIV3c LIV3d LIV3e
	Sierra	Terciario, con cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Pastizales	LV2a LV2b LV2e
		Cuaternario, con cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Fluvisol, Gleysol, Leptosol y Vertisol	Bosques tropicales Pastizales	LV3a LV3d
Sierra de Chiapas y Guatemala				
	Valle	Cretácico, con clima cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol y Vertisol	Bosques tropicales Pastizales	SIV1a SIV1e
		Terciario, con cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol y Vertisol	Bosques tropicales Agricultura Pastizales	SIV2a SIV2d SIV2e
		Cuaternario, con cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Fluvisol, Gleysol, Leptosol y Vertisol	Bosques tropicales Agricultura Pastizales	SIV3a SIV3d SIV3e

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Provincia	Fisiografía	Geología, clima y suelo	Vegetación	Clave (figura 1)
	Sierra	Cretácico, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Arenosol, Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol y Vertisol	Bosques tropicales Agricultura Pastizales	SV1a SV1d SV1e
		Terciario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Arenosol, Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Agricultura Pastizales	SV2a SV2b SV2d SV2e
		Cuaternario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Arenosol, Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol y Vertisol	Bosques tropicales Humedales Agricultura Pastizales	SV3a SV3b SV3d SV3e
	Meseta	Terciario, con clima cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos de Acrisol	Pastizales	SVI2b
		Cuaternario, con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido húmedo con lluvias todo el año, con suelos Acrisol	Bosques tropicales Humedales Agricultura Pastizales	SVI3a SVI3b SVI3d SVI3e

Fuente: elaboración propia con información de Mateo 1984, INEGI 2001.

Conclusión y recomendaciones

La capacidad de proteger los recursos depende del conocimiento y uso sustentable que el ser humano tenga de ellos. Lamentablemente, el uso que se les da supera las capacidades del ambiente, lo que ocasiona la pérdida de algunos de ellos.

Comprender la relación que existe entre el ser humano y la naturaleza y sus implicaciones sociales, políticas y éticas, permite hacer un análisis para reevaluar los sistemas de manejo para llegar a ser sustentables.

Para Tabasco, es necesario conocer el paisaje y las alteraciones que se presentan para planear cómo usarlo y protegerlo, ya que en él se reflejan las consecuencias e interacciones de procesos o eventos naturales, y de las acciones humanas que sobre él tienen efecto de alguna forma y que de acuerdo con la intensidad, duración y extensión de estos efectos externos, se puede llegar a alterar la composición, la estructura, la dinámica y el funcionamiento de los diferentes sistemas naturales, lo que ocasiona pérdida de estabilidad y potencial natural del territorio en general (Chiappy 1996).

El mapa de paisajes permite identificar las características generales y las tendencias de uso y alteración que ha sufrido la entidad. En el mapa se observa el avance de la frontera agropecuaria, lo que hace patente la necesidad de contar con un plan de manejo general del territorio que permita diseñar las estrategias adecuadas para utilizar, de manera sustentable y racional, los ecosistemas del territorio que se encuentran en cierto grado de modificación y, por otra parte, emprender trabajos de mejoramiento, rehabilitación y restauración a corto y mediano plazo.

Con el fin de proteger y manejar los paisajes, es primordial que las instancias que participan en la toma de decisiones de los diferentes niveles de gobierno y actores que lleven a cabo actividades socio-productivas en el territorio estén comprometidas con un desarrollo socioeconómico sustentable que comprenda que el equilibrio de los ecosistemas es un factor de vital importancia en la optimización del manejo sustentable de los paisajes. Es imprescindible conservar los ecosistemas en una lógica proporción entre los paisajes naturales y los totalmente transformados por la actividad humana, como los sistemas agrícolas de pastizales para actividades ganaderas y los núcleos urbanos.

Los remanentes de ecosistemas originados por la fragmentación de los paisajes desempeñan una función importante en las políticas de restauración ecológica y de preservación de la biodiversidad, ya que se consideran como los relictos del fondo genético de un territorio y potenciales corredores biológicos. Desde el punto de vista económico, estos relictos de hábitat poseen gran importancia como fuente potencial de germoplasma.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y E. Ponce. 2010. Effects of pleistocene environmental changes on the distribution and community structure of the mammalian fauna of Mexico. *Quaternary Research* 73:464-473.

Chiappy, C. 1996. *Modificaciones ecológico-paisajísticas; perspectivas en el planeamiento territorial y la preservación de la biodiversidad*. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Durán, E., L. Galicia, E. Pérez García y L. Zambrano. 2002. El paisaje en ecología. *Ciencias* 67:44-50.

Flores, V.O. y P. Geréz. 1988. *Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*. INIREB, Veracruz.

Gama, L., A. Galindo-Alcántara, C. Rullán Silva y A. Morales Hernández. 2005. La modificación del paisaje como indicador ecológico en Tabasco. En: *Semana de Investigación y Video Científico*. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Hernández-Santana, J.R., M.A. Ortíz-Pérez, A.P. Méndez-Linares y L. Gama-Campillo. 2008. Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Boletín del Instituto de Geografía* 65:7-21.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Síntesis de Información Geográfica Estatal de Tabasco. INEGI, Aguascalientes.

Mateo, J. 1984. Apuntes de geografía de los paisajes. Facultad de Geografía-Universidad de La Habana, Cuba.

Ruz, M.H., M.H. Coral Ruíz, P.R. de Dios García *et al.* 2002. Paisajes domesticados. Instituto de Investigaciones Filológicas-UNAM, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: La modificación del paisaje como indicador de salud ecológica

Lilia María Gama Campillo, Ricardo Alberto Collado Torres, Hilda María Díaz López y Eduardo Javier Moguel Ordóñez

Introducción

Desde hace algunos años se han desarrollado diferentes enfoques y metodologías para evaluar el estado de conservación o deterioro de los paisajes. El concepto *modificación antrópica* ha sido, desde los años noventa, una herramienta en la evaluación, especialmente en los países de Europa oriental, y se define como la adquisición o pérdida del paisaje de determinadas propiedades que conducen a cambios en la formación de los diversos grados y tipos de paisajes (Chiappy *et al*. 2001).

Las categorías de modificación de los paisajes van desde los poco modificados hasta los totalmente modificados por la actividad humana (Chiappy *et al*. 2001). En Tabasco predominan los paisajes muy fuertemente modificados, lo que indica el grado de deterioro que sufre la entidad.

Existe la necesidad de aprovechar los recursos naturales más acorde y menos agresivo con el medio natural. Como principal introductor de factores perturbadores al ambiente, el ser humano ha originando una gran cantidad de regiones con degradación que, en muchos casos, son irrecuperables debido a que sus cambios son irreversibles (Chiappy *et al*. 2001).

Desafortunadamente, las investigaciones acerca del medio natural han llevado a la especialización y a un análisis que ha originado la pérdida de la visión global y sistémica que se requiere tener de la naturaleza para abordar ciertos aspectos, como el deterioro ambiental (Tricart y Kilian 1982); sin embargo, las metodologías que esta visión recupera pueden proveer de excelentes bases a otros estudios que permitan conservar la biodiversidad.

Metodologías utilizadas

La metodología de las modificaciones ecológico-paisajísticas (Chiappy *et al*. 1989, 2001) brinda un enfoque en el estudio de la conservación de los paisajes que integra la actividad humana sobre los mismos. Mateo (1979) determinó ocho unidades de modificación y describió sus índices diagnósticos. Estas unidades van de poco modificadas (las que conservan sus componentes y atributos naturales o muy cercano a lo natural), las débilmente modificadas (que han sufrido muy pocas modificaciones, especialmente de sus componentes bióticos, como la vegetación, y que se deben principalmente a procesos naturales), las parcialmente modificadas, (en las que se han presentado alguna alteración de sus componentes naturales pero mantienen sus características primarias, como es en los sistemas agrícolas de roza, tumba y quema), las moderadamente modificadas (zonas donde se presentan procesos de sucesión secundaria en diferentes estadios), las fuertemente modificadas (zonas donde la mayor parte de los paisajes naturales han sido modificados a agrosistemas sin mecanización), las muy fuertemente modificadas (áreas en las que ya no existen sistemas naturales o en algún sistema de secundarización y se presentan sistemas agrícolas altamente mecanizados), hasta los paisajes drásticamente modificados (son los que han sufrido alteraciones irreversibles de sus componentes, incluso el relieve y los paisajes antrópicos son creados artificialmente para suplir necesidades especiales, como las ciudades).

Este tipo de análisis considera a las modificaciones del paisaje por sus componentes bióticos y abióticos (relieve, clima, hidrología, suelos, vegetación y fauna) y agrega el concepto *paisajes humanos* que aparece como etapas sucesionales de modificación y queda definida

Gama, L., R. Collado, H.M. Díaz-López y E.J. Moguel Ordóñez. 2019. La modificación del paisaje como indicador de salud ecológica. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 160-163.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

como el reflejo de las consecuencias e interacciones de procesos o eventos naturales con las acciones humanas que sobre el mismo inciden y que, de acuerdo con su intensidad, duración y extensión, llegan a alterar la composición, la estructura y el funcionamiento de los diferentes ecosistemas y, por consiguiente, la estabilidad del paisaje en general.

El asumir un enfoque paisajístico en la comprensión de la biodiversidad permite integrar, de forma gráfica, los diferentes componentes y gran parte de las interacciones, y expresarlas en un mapa de paisaje del territorio objeto de estudio.

La modificación del paisaje en Tabasco

Las potencialidades naturales de Tabasco han permitido el desarrollo de diversas actividades socioeconómicas que han condicionado las características actuales de sus paisajes, siendo las sustentadas por actividades agrícolas, pecuarias y de explotación petrolera las mayores y más importantes (Gama *et al*. 2005).

La mayor parte de la superficie de Tabasco se encuentra de fuerte a drásticamente modificada, especialmente en las zonas donde se lleva a cabo la explotación petrolera (Gama *et al*. 2005; figura 1). Históricamente hablando, los cambios sufridos en este territorio son el resultado inicial de la expansión de la frontera agrícola y después del avance de las actividades ganaderas, lo que ha provocado una gran deforestación (Gama *et al*. 2005).

Estos cambios han ocasionado la pérdida de la mayor parte de las zonas de selva del estado, las cuales se encuentran muy fragmentadas en las zonas más altas de la sierra o en barrancos; en cambio, las áreas correspondientes a popales y tulares están menos dañadas debido a que, por sus características de inundación temporal o permanente, ha existido un menor interés del ser humano.

Una importante extensión de Tabasco se encuentra incluida en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Estos ecosistemas corresponden a zonas de humedales en los cuales se llevan a cabo importantes procesos naturales como captura y reservorio de agua de lluvias y sedimentos donde ésta se filtra lentamente y permite la recarga de acuíferos, lo que hace a los humedales proveedores de agua dulce en cantidad y calidad. Además, son el espacio de una riqueza de biodiversidad y recursos.

Gran parte del estado se encuentra con un alto nivel de perturbación ecológica, lo cual conduce a la pérdida de la biodiversidad de sus ecosistemas y de sus paisajes (Gama *et al*. 2005). Por lo tanto, se deduce la necesidad de conservar el germoplasma existente en los cada día más reducidos ecosistemas naturales y una condición inaplazable para la sostenibilidad y desarrollo futuro de las comunidades existentes en dicha región (Gama *et al*. 2005).

Conclusión y recomendaciones

La mejor base para organizar y dirigir toda acción planificada a preservar la biodiversidad es mediante la evaluación de los posibles factores que influyen negativamente sobre el medio natural y, con ello, sugerir medidas concretas de conservación en consonancia con los intereses y el conocimiento de los habitantes de la región.

El análisis de estos aspectos en la esfera de la conservación de la naturaleza nos permite abordar los problemas básicos para la preservación de la biodiversidad a diferentes niveles, como el mantenimiento de la diversidad genética y específica, así como la conservación de zonas geográficas, tipos de ecosistemas y de paisajes. También es incuestionable la necesidad de analizar el costo económico que implica conservar la biodiversidad, así como pronosticar el territorio ecológico en íntima relación con los problemas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

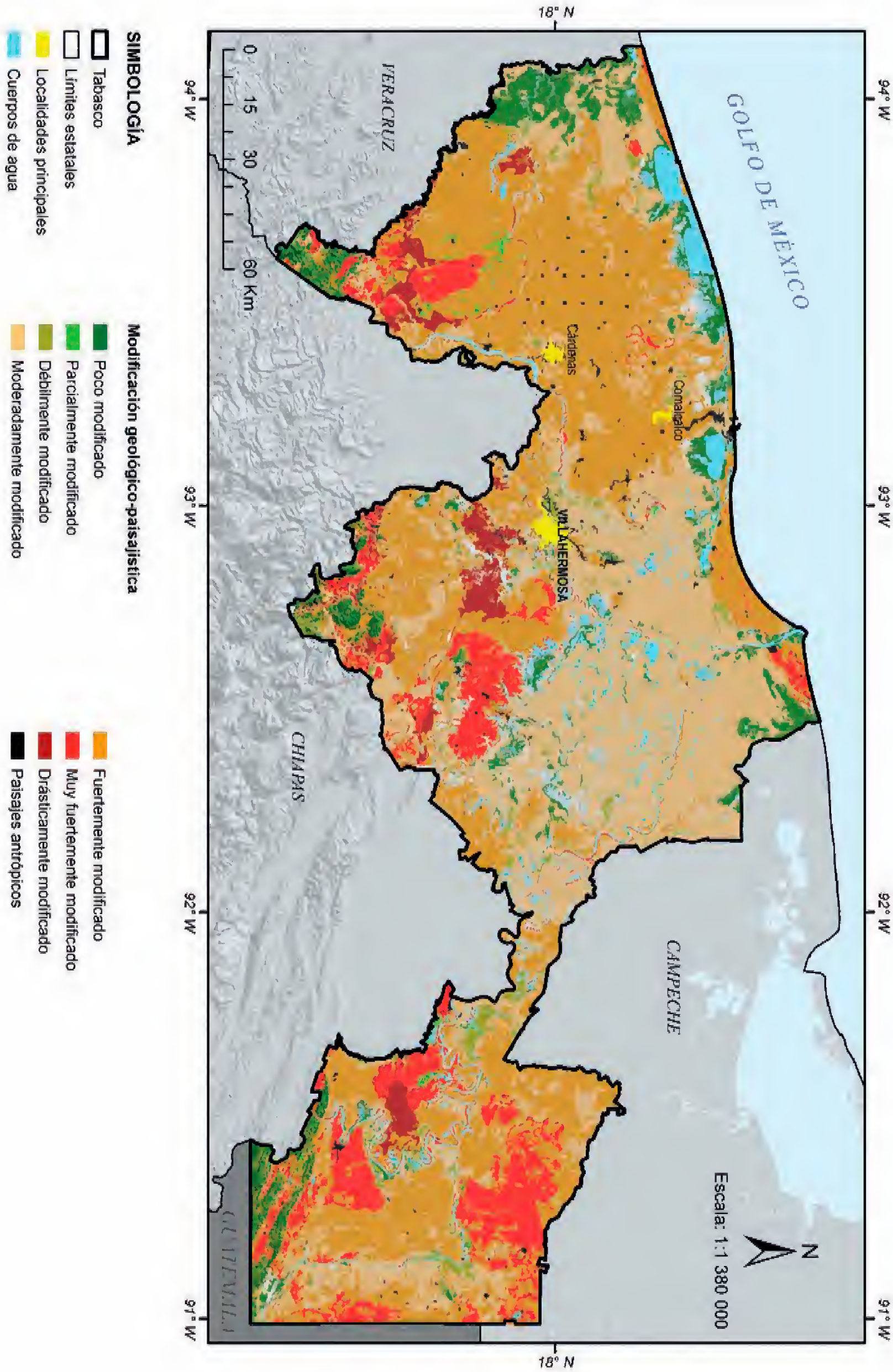


Figura 1. Modificaciones geologico-paisajísticas del estado. Fuente: Chiappy 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

socioeconómicos de esta región. Por otra parte, la creciente carencia de materias primas fundamentales por efecto de impactos como la deforestación que ha provocado la disminución o pérdida de las especies arbóreas utilizadas en la construcción de las casas típicas chontales de la región, así como el agotamiento de los suelos en esta región, sin duda están ejerciendo presión sobre el mantenimiento y preservación de los recursos.

Dada la progresiva desaparición de los ecosistemas naturales se impone que, en plazos relativamente cortos, se lleven a cabo diferentes proyectos y acciones dirigidas a enfrentar esta problemática de una manera sustentable y racional. Solamente de esta forma, los resultados y las recomendaciones emanadas de los mismos podrán convertirse en instrumento práctico y consultivo en la toma de decisiones y en la gestión ambiental de Tabasco.

Referencias

Chiappy, C.J. 2012. *Identificación y establecimiento de indicadores ambientales para los diferentes geosistemas del estado de Tabasco*. Proyecto TAB2003-C02-11637. CONACYT/Gobierno del Estado, México.

Chiappy, C.J., L. de Armas, J. Milera *et al.* 1989. Modificación ecológica-paisajística de Cayo Sabinal-Playa Sta. Lucía. En: *Estudio de los grupos insulares y zonas litorales del archipiélago cubano con fines turísticos, Cayo Sabinal-Playa Sta. Lucía*, vol. I. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, Cuba, pp. 28-33.

Chiappy, C.J, L.E. Giddings y L. Gama. 2001. Evaluating ecological landscape modifications using existing cartography. *Revista Cartográfica* 72:85-122.

Gama, L., A. Galindo-Alcántara, C. Rullán Silva y A. Morales Hernández. 2005. La modificación del paisaje como indicador ecológico en Tabasco. En: *Semana de Investigación y Video Científico*. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Mateo, J. 1979. Apuntes de geografía de los paisajes. Facultad de Geografía-Universidad de La Habana, Cuba.

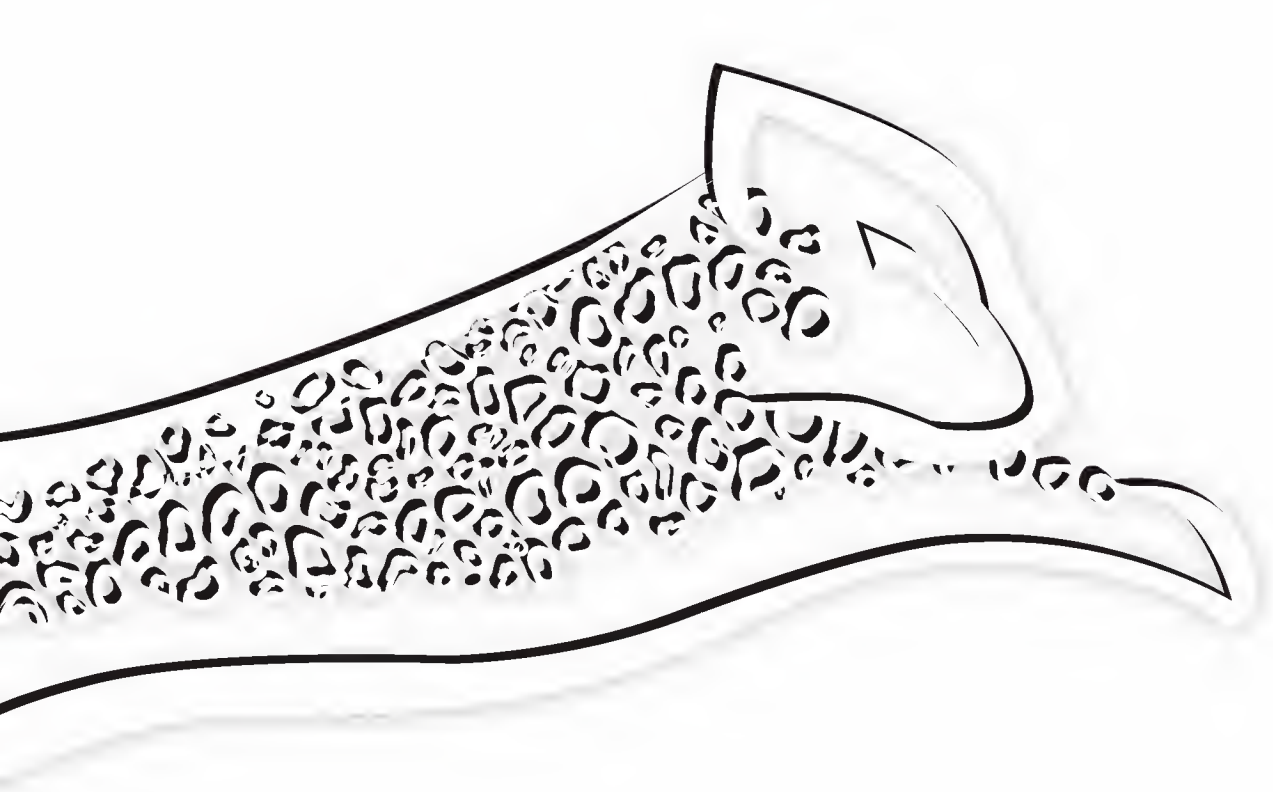
Tricart, J. y J. Kilian. 1982. *La ecogeografía y la ordenación del medio natural*. Editorial Anagrana, España.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad de especies 6

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Ena Edith Mata Zayas y Manuel Pérez De la Cruz

En esta sección se presenta un panorama general sobre el estado del conocimiento de la biodiversidad de especies en Tabasco. En total, se incluyen 34 contribuciones: 20 capítulos y 14 estudios de caso. La información sobre esta diversidad ha sido generada por investigadores de instituciones locales, nacionales e internacionales, y es resultado de la compilación de información disponible en la literatura, colectas propias de proyectos investigación de los autores, consultas a colecciones científicas y registros del Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad (SNIB). La mayoría de estos trabajos (67%) han sido desarrollados por investigadores de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); otras instituciones locales que participan son el Colegio de Postgraduados (COLPOS), El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y la Universidad Popular de la Chontalpa (UPCh); además de especialistas de instituciones nacionales como la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto de Ecología A.C, la Universidad Veracruzana, o internacionales como la Universidad Estatal de Nueva York.

Esta sección incluye información de 17 grupos taxonómicos: algas, plantas (briofitas, helechos, gimnospermas –solo cícadas– y angiospermas), hongos, invertebrados (helmintos y crustáceos parásitos de peces, equinodermos, moluscos, insectos y arácnidos) y vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Además de proporcionar una breve descripción de cada grupo, se hace referencia al estado de conocimiento sobre su diversidad, distribución, importancia, amenazas y oportunidades para su conservación.

De manera general, la riqueza biológica del estado que se presenta en esta sección se compone de 246 especies de algas, 3 227 de plantas, 464 de hongos, 1 042 de invertebrados,[1] 220 de peces, 31 de anfibios, 106 de reptiles, 495 de aves y 149 de mamíferos. A escala nacional, la representatividad de especies del estado es baja, más aún si se compara con la alta diversidad de los estados vecinos Veracruz, Chiapas y Oaxaca. En Tabasco, la riqueza de especies está bien documentada para algunos grupos, pero existen importantes vacíos de información para otros. Conforme se avance en el conocimiento de la biodiversidad estatal, esta información estará mejor identificada.

La distribución de las especies incluye ambientes tanto terrestres como acuáticos. De particular interés en esta obra, es la información sobre especies cavernícolas, pues se menciona –por primera vez– la diversidad conocida hasta el momento en estos sistemas, la cual abarca desde bacterias hasta peces y murciélagos; sin embargo, los autores resaltan que, en el caso de los microorganismos y artrópodos, aún hay mucho por conocer.

En Tabasco se distribuyen pocas especies endémicas del país, y son aún menos los casos de especies endémicas del estado; entre estas últimas se puede mencionar una especie de cícada (*Zamia cremaophila*), y los peces topotes que se han adaptado a ambientes ricos en azufre. Es probable que este bajo número de especies endémicas sea debido la relativa homogeneidad topográfica y climática del estado.

El conocimiento de la diversidad de especies en el estado es desigual, tanto a nivel de grupos taxonómicos como de ambientes. Hay poca información sobre

[1] Número de especies considerando sólo los grupos equinodermos, moluscos, insectos y arácnidos.

Mata-Zayas, E.E. y M. Pérez-De la Cruz. 2019. Resumen ejecutivo. Diversidad de especies. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 167-169.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

algunos grupos como los microorganismos, hongos, insectos e invertebrados en general, cuya riqueza es mayor a la que se aquí se reporta. En el medio terrestre, existen áreas de difícil acceso que aún permanecen sin explorar, principalmente hacia la zona Sierra, donde es posible encontrar especies con distribución asociada a selva perennifolia (como briofitas, helechos, angiospermas, hongos, artrópodos, anfibios y reptiles); así como otros ecosistemas en la zona costera como los manglares, y la región Ríos. Para el caso de ambientes marinos existe escasa o nula información generada, incluso para grupos más estudiados como las aves.

La importancia que revisten las diferentes especies se puede abarcar desde diferentes contextos: biológico, ecológico, alimenticio, medicinal, religioso, entre otros. Las especies desempeñan una función importante dentro del hábitat en que se encuentran; participando directa o indirectamente en la provisión de servicios ambientales o ecosistémicos. Desde el contexto cultural se menciona el valor comercial de plantas y animales en la gastronomía y el ornato, así como su importancia en ritos religiosos o expresiones artísticas.

Ejemplos de otros usos de especies tienen que ver con su capacidad de asociación ecológica, de descomponer materia o de reaccionar a los cambios ambientales. Si se consideran los sistemas agrícolas, algunas especies de microhongos pueden ayudar a resolver problemas de fertilidad del suelo y limpiar aquellos contaminados por derrames de petróleo. Algunas especies de hongos e insectos son un recurso importante para ser integrado en el control de plagas y enfermedades, mientras que algunos moluscos y anfibios son particularmente sensibles a los cambios ambientales, y se consideran indicadores de la calidad del ambiente.

En Tabasco, también existen especies con el potencial de afectar negativamente el ambiente, al causar daños por enfermedades o convertirse en plagas de cultivos. Además de un gran número de insectos, en esta categoría se pueden mencionar los zanates (*Quiscalus mexicanus*), palomas introducidas, ardillas (*Sciurus aureogaster*), tuzas (*Orthogeomys hispidus*) y algunos otros roedores (p.e. *Sigmodon hispidus*, *Reithrodontomys fulvescens*).

Las principales amenazas a la diversidad de especies que se mencionan para el estado son: 1) la modificación y la destrucción de los hábitats, 2) la contaminación química o física de suelo y agua, 3) la sobreexplotación de especies, y 4) la introducción de especies exóticas. De éstas, todos los autores coinciden en que la de mayor impacto ha sido la destrucción de las selvas para transformarlas en tierras para actividades agrícolas, ganaderas, industriales y urbanas. Esta transformación ha propiciado la pérdida y modificación de hábitats acuáticos y terrestres, por lo que las poblaciones locales de un gran número de especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción; tan solo de vertebrados, 224 especies están consideradas en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La sobreexplotación de recursos, ya sea para comercio o tráfico ilegal de especies, ha ocasionado la disminución de poblaciones tanto de flora como de fauna. Por ejemplo, las cícadas han sido sobreexplotadas de manera ilegal por su alto valor como plantas de ornato, ocasionando que las seis especies de cícadas presentes en Tabasco, se encuentren en alguna categoría de riesgo. Otros ejemplos incluyen especies de reptiles, aves y mamíferos que son vendidas como mascotas, o bien cazadas para consumo como las tortugas, iguana verde (*Iguana iguana*), pijijes (*Dendrocygna* spp.), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), venado (*Odocoileus virginianus*) y puerco de monte (*Pecari tajacu*). Se hace mención también de la presión que ocasiona la introducción de especies exóticas, en particular en ambientes acuáticos por la presencia de especies como el pez diablo o bagre armado (*Pterygoplichthys* sp.), y moluscos como *Mytilopsis leucophaeata* y *Melanoides tuberculata*.

La diversidad real en los ecosistemas y agroecosistemas del estado se desconoce. Los registros con que se cuenta para algunos grupos consisten de colectas puntuales y en algunos casos esporádicas; no existen inventarios detallados de gran parte del estado, de tal manera que quedan muchas localidades por estudiar. Sin embargo, es probable que la diversidad real no se llegue a conocer, debido a las modificaciones en los ecosistemas a causa de las múltiples actividades antropogénicas.

Para contribuir al conocimiento de la biodiversidad del estado, es necesario realizar colectas sistemáticas que permitan, por un lado, completar los inventarios de especies en sitios ya muestreados, y por otro, conocer la diversidad de sitios que aún no han sido explorados. Para resguardar y sistematizar toda esta información, se debe reconocer la importancia de las colecciones científicas que ya existen (como el Herbario y las Colecciones de Insectos y Anfibios y

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Reptiles de la DACBiol-UJAT), además de promover la creación de colecciones de referencia de aquellos grupos no representados en otras colecciones locales. Los estudios por grupo taxonómico evidencian la necesidad de fomentar la formación de recursos humanos especializados en los diferentes grupos que se distribuyen en el sureste del país. Asimismo, se deben fomentar y asegurar los recursos para programas de apoyo a la investigación biológica en esta zona del país, en particular en aquellos ambientes y grupos biológicos donde su conocimiento es aún limitado.

Los especialistas coinciden en que se requiere el desarrollo de más estudios sobre la biología de las especies, sus hábitat, patrones de distribución, dinámica y genética poblacional, así como del estado de salud de las poblaciones, las funciones que desempeña cada especie en el ecosistema y su vulnerabilidad ante las diferentes amenazas que enfrentan.

Se resalta la importancia y urgencia de que las diferentes dependencias federales y estatales –responsables de la administración de los recursos naturales, agropecuarios y ambientales– en conjunto con las instituciones de investigación, trabajen de manera coordinada para reducir los efectos del deterioro ambiental sobre las especies. La información que esta sección integra elementos para elaborar e implementar programas de manejo y aprovechamiento sustentable, que consideren la reforestación, conservación y restauración en sitios de interés, además de brindar elementos para apoyar el establecimiento de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), granjas acuícolas y bancos de germoplasma. La creación de programas de manejo debe ser congruente con las necesidades de uso y conservación de las especies, considerando la inclusión de esquemas de aprovechamiento tradicional y flexible ante los cambios socio-ambientales.

Como parte de las estrategias de conservación en el estado, se han decretado áreas naturales protegidas (ANP), dos de competencia federal y 11 estatales. Cuatro ANP son las que han sido mayormente estudiadas (Parque Estatal Agua Blanca, Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka', Parque Estatal de la Sierra de Tabasco y Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla), por lo que se considera importante completar los inventarios con estudios sistemáticos en todas las áreas naturales protegidas de la entidad. Es importante mencionar que, de acuerdo con la información que presentan los especialistas, la diversidad de especies (p.e. angiospermas) no está completamente representada en el sistema áreas protegidas del estado. El área protegida de mayor relevancia en Tabasco es la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, la cual protege un gran número de especies asociadas a humedales.

Además de las ANP como instrumento de conservación, es necesario implementar acciones que permitan la conectividad a través del paisaje; por ejemplo, mediante el establecimiento de cercos vivos, los cuales pueden ser sitios potenciales de percha, descanso y protección para la fauna silvestre. Asimismo, se menciona la importancia de considerar el reconocimiento y establecimiento de nuevas áreas con potencial para la conservación, particularmente sobre la cuenca del río San Pedro, así como la sierra Niños Héroes (en la región prioritaria 91 de CONABIO). Por otro lado, el Corredor Biológico Mesoamericano es una estrategia de conservación con un enfoque integral; en Tabasco se propone conectar las diferentes áreas naturales protegidas a lo largo de los corredores Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla-Cañón del Usumacinta y Sierra de Tabasco.

Finalmente, se hace referencia a la importancia de llevar a cabo programas de educación y difusión sobre la importancia de la biodiversidad, enfocados a tomadores de decisiones, estudiantes, investigadores y público en general, para incrementar el número de integrantes de la sociedad civil interesada en el estudio y conservación de la biodiversidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Algas

Ma. Guadalupe Rivas Acuña y Leonardo Cruz Rosado

Descripción

Las algas son organismos mayormente acuáticos, fotosintéticos y de organización simple debido a que carecen de tejidos complejos como las plantas. Existen algas microscópicas unicelulares, coloniales, filamentosas y multicelulares. Las acuáticas pueden ser planctónicas y reciben el nombre de fitoplancton cuando son microscópicas, aunque también las hay bentónicas; es decir, localizadas en el fondo de cuerpos de agua. Las algas se clasifican en diferentes grupos taxonómicos, para lo cual se basan en criterios citológicos, morfológicos, anatómicos, moleculares, entre otros.

Diversidad

A escala mundial, se estima que existen aproximadamente 200 mil especies de algas; sin embargo, hasta el momento se conocen 36 mil especies (17% del total estimado; Robledo 1997). La diversidad de la flora algal marina de México es de aproximadamente 1 600 especies, mientras que para la dulceacuícola se han reportado 1 102. Esta riqueza específica representa 10% de las algas del mundo (Pedroche *et al.* 1993, Ortega *et al.* 2001). Tabasco cuenta con un listado de 246 especies de fitoplancton (cuadro 1). Las principales divisiones con mayor número de especies son Chlorophyta, Ochrophyta, Cyanophyta y Euglenophyta. Los géneros con más diversidad de especies por grupos son las cianofitas (*Chroococcus*, figura 1), las clorofitas (*Scenedesmus y Pediastrum*, figuras 2 y 3 respectivamente) y el grupo de las diatomeas (*Nitzschia,* figura 4).

Distribución

A escala nacional y estatal, las algas se distribuyen en aguas marinas y continentales. Los estudios de diversidad y catalogación de macroalgas marinas para las regiones mexicanas costeras del golfo de México y el mar Caribe se han hecho, principalmente, por Ortega *et al.* (2001) y Garduño-Solórzano *et al.* (2005), quienes han señalado que Veracruz, Quintana Roo, Yucatán y Tamaulipas están mejor representados que Campeche y Tabasco, los cuales han sido poco explorados. Por lo anterior, en la entidad que nos ocupa, se han iniciado colectas de macroalgas marinas en los municipios costeros Cárdenas y Paraíso, y se cuenta con registros de los géneros *Ulva* (clorofitas),

Cuadro 1. Diversidad de fitoplancton en la entidad. Se muestra el número de categorías taxonómicas y de especies por confirmar.

División	Clases	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Infraespecíficos	Por confirmar
Chlorophyta	5	12	26	60	100	18	15
Ochrophyta	8	18	33	47	68	26	27
Cyanophyta	1	5	10	28	40	2	10
Euglenophyta	1	2	4	7	25	4	20
Cryptophyta	2	3	6	9	13	4	8
Dinophyta	1	3	3	6	0	0	14
Total	**18**	**43**	**82**	**157**	**246**	**54**	**94**

Fuente: base de datos herbario UJAT.

Rivas-Acuña, M.G. y L. Cruz-Rosado. 2019. Algas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 171-174.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Cianofita del género *Chroococcus* sp. Laguna de las Ilusiones. 20 µm. Foto: Leonardo Cruz Rosado.

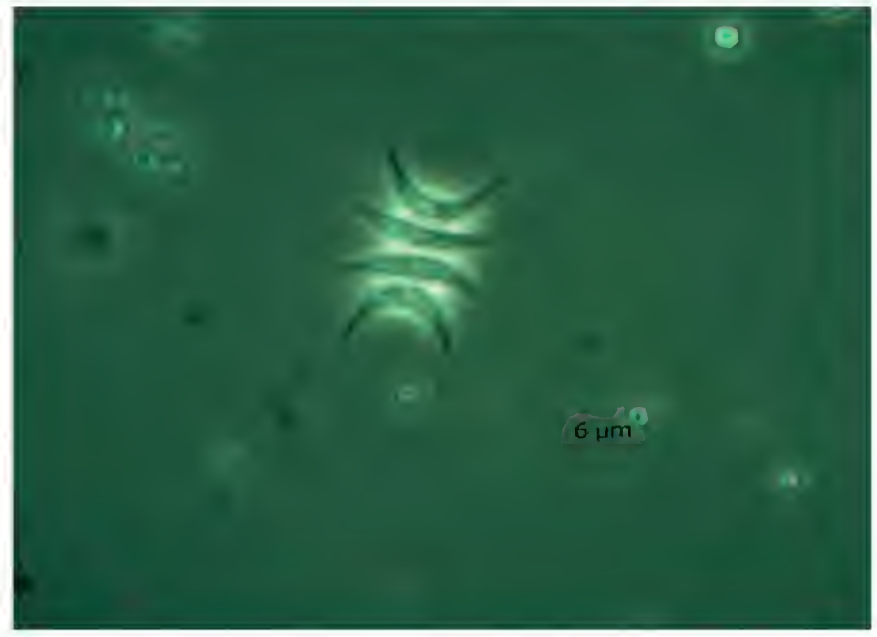


Figura 2. Clorofita *Scenedesmus acuminatus*. Laguna de las Ilusiones. 6 µm. Foto: Leonardo Cruz Rosado.

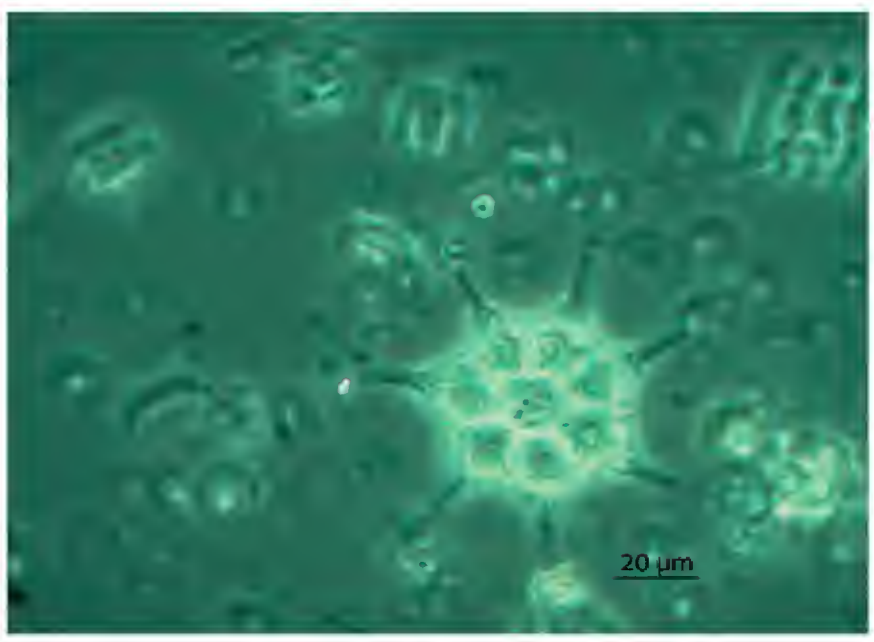


Figura 3. Clorofita del género *Pediastrum* sp. Laguna de las Ilusiones. 20 µm. Foto: Leonardo Cruz Rosado.

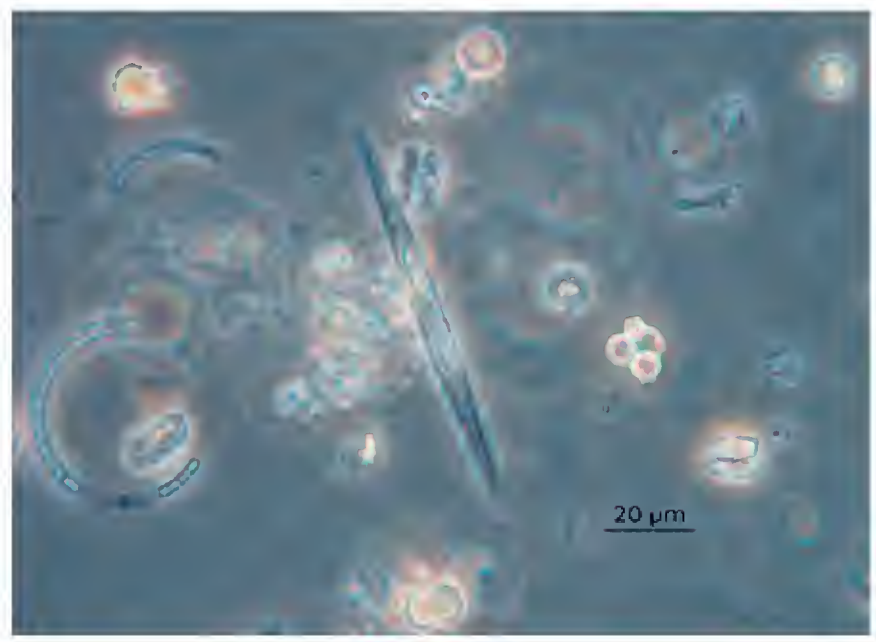


Figura 4. Diatomea del género *Nitzschia* sp. Laguna de las Ilusiones. 20 µm. Foto: Leonardo Cruz Rosado.

Aghardiella, Falkembergia, Gracilaria, Hypnea, (rodofitas) y *Sargassum* (ocrofitas) en el herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), aunque se plantea la necesidad de hacer estudios formales a escala local.

Importancia ecológica, económica y cultural

La importancia ecológica de las algas radica en la producción de gran parte del oxígeno que se produce en el mar y en aguas continentales. Son responsables de la productividad primaria neta y participan en la red trófica de los ecosistemas acuáticos. Algunos géneros de algas clorofitas y cianofitas establecen relaciones simbióticas con otros organismos como los hongos, con quienes constituyen el grupo de los líquenes; mientras que otras cianofitas, como *Anabaena y Nostoc*, son fijadoras de nitrógeno. Otra importante función ecológica que cumplen las algas es la formación de arrecifes coralinos y la proliferación masiva o *bloom* debido al exceso de nutrientes, lo que afecta a las poblaciones de flora y fauna marinas por la producción de toxinas que causan una alta mortalidad que deriva en pérdidas económicas para la actividad pesquera. Debido a la alteración del ambiente, en las costas de Tabasco se han reportado casos de marea roja causada, principalmente, por el dinoflagelado *Karenia brevis* (Borbolla-Salas *et al.* 2006).

La importancia económica de las algas a escala nacional reside en la producción de extractos y alimento especialmente de algunas algas macroscópicas. Aunque, por ejemplo, el género microscópico *Spirulina* ha sido explotado como recurso alimenticio desde la época prehispánica, y su uso industrial se ha ido extendiendo (Robledo 1997). En Tabasco las algas son utilizadas principalmente como alimento de zooplancton para cultivar peces marinos (Contreras-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sánchez *et al*. 2012), aunque recientemente otras aplicaciones potenciales han despertado interés como bioindicadores de salud ambiental, en procesos de depuración de aguas residuales y desechos industriales, entre otros.

Situación y estado de conservación

En Tabasco, la proporción de especies de algas dulceacuícolas, respecto al registro nacional, corresponde aproximadamente a 22.3% (que equivalen a 246 especies de las 1 102 reportadas para México). Debido a que en la NOM-059-SEMARNAT-2010 las algas no están contempladas, no se cuenta con información acerca de la existencia de especies amenazadas o con algún tipo de riesgo.

Amenazas

Las políticas diseñadas para favorecer el desarrollo económico de la región ocasionaron notorias modificaciones ambientales que han provocado la degradación ambiental en las últimas seis décadas. Entre estas modificaciones sobresalen las efectuadas al sistema hidrológico, el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal, así como a la contaminación de ecosistemas acuáticos y terrestres por residuos sólidos. Algunas transformaciones más importantes han sido la construcción de "rompidos" (diques), el represamiento del río Grijalva, la expansión de la ganadería, la extracción de hidrocarburos, y la construcción de infraestructura acuática y terrestre para comunicación (Sánchez y Barba 2005).

Entre las causas principales de la modificación de las lagunas interiores están los rellenos de vasos reguladores por la urbanización; asimismo, las descargas de aguas residuales contribuyen con un acelerado estado de eutrofización que altera la diversidad de especies de algas y sólo permite la sobrevivencia de algunos taxa resistentes a dichas condiciones.

Oportunidades y acciones de conservación

En el estado, los estudios de fitoplancton se han llevado a cabo en diferentes ecosistemas: marinos, lagunas costeras y continentales y la cuenca del río González. En este último se destaca el estudio realizado por Moreno-Ruíz (2005), el cual reportó 382 taxa, y los grupos más diversos fueron las cianofitas, bacilariofitas y clorofitas. Existen otros estudios, como el de Notario (1998), en el que se analiza la abundancia relativa de diatomeas en la Laguna de las Ilusiones; posteriormente, Molina y Mutguía (2000) reportaron algunos fisiotipos de crisofitas en suelos inundados en la localidad Tres Brazos, mientras que Osorio y López (2005) identificaron el fitoplancton de la laguna El Balsón en Macuspana, en donde encontraron 165 especies y variedades de los grupos clorofitas, crisofitas, euglenofitas y cianofitas. Por su parte, Cruz-Rosado (2006) estudió la distribución y abundancia de fitoplancton en la Laguna de las Ilusiones y destacó la presencia de los mismos grupos taxonómicos. Quiroz-González y colaboradores (2010) hicieron un listado preliminar de euglenofitas en el que reportaron 21 morfoespecies en dos lagunas urbanas de Villahermosa; finalmente, Cruz-Rosado (2012) obtuvo nuevos registros para la Laguna de las Ilusiones. Esto representa un aumento en el registro de la riqueza de especies y de información más completa acerca de la distribución espacio-temporal del fitoplancton.

En el herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la UJAT existe una base de datos de especies de fitoplancton registrada y descrita en estudios previos, principalmente de lagunas costeras y urbanas, y se ha completado con apoyo nomenclatural del catálogo de autoridades taxonómicas (Ortega *et al*. 2001) y de AlgaeBase (Guiry y Guiry 2011). Hasta ahora se cuenta con 546 registros de fitoplancton distribuidos en seis divisiones.

También se cuenta con una modesta colección de macroalgas marinas que se inició en el 2005 y consta de 250 ejemplares representativos de las costas de Campeche, Quintana Roo, Veracruz y Tabasco. En esta colección destacan las algas rojas del género *Chondrus*, algas verdes como *Caulerpa*, *Enteromorpha* y *Ulva*, así como algas pardas de los géneros *Padina*, *Sargassum* y *Dyctiota*. Dicha colección se ha incrementado con la participación entusiasta de algunos estudiantes de la DACBiol. El número de especies de macroalgas marinas para la entidad es de 75 (Quiroz-González 2013) y se pretende continuar con las colectas de estos organismos en los municipios costeros debido a la escasez de estudios locales.

Lo anterior obliga a apreciar la función que cumplen las algas en la productividad y mantenimiento de los ecosistemas acuáticos. Mendoza *et al*. (1993) reportan

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

que existen 779 800 ha de superficie hidrológica, de las cuales 599 800 ha son temporales y 180 000 ha son permanentes, de estas últimas 20 800 ha son de agua salobre y 159 200 ha de agua dulce. Rodríguez (2002) menciona que a escala estatal existen 484 lagunas continentales permanentes y 1 684 temporales. Por lo anterior, en materia de investigación, es apremiante la tarea que debe hacerse para conocer la diversidad algal dada la gran cantidad de recursos hidrológicos del estado.

Recomendaciones

Entre las principales acciones para conservar este importante grupo de organismos está el incrementar los estudios encaminados a conocer las especies fico-florísticas, conocer su uso potencial, su valor ecológico y económico, así como elaborar programas de ordenamiento ecológico encaminados a la preservación de los ecosistemas acuáticos.

Referencias

Borbolla-Sala, M.E., F.A. Colín-Osorio, M.R. Vidal Pérez y M. May Jiménez. 2006. Marea roja de Tabasco 2005 *Karenia brevis*. Secretaría de Salud del Estado de Tabasco, Villahermosa. *Salud en Tabasco* 2(002):425-433.

Contreras-Sánchez, W.M., M. de J. Contreras-García, A. Mcdonald-Vera *et al*. 2012. *Manual de producción de robalo blanco (Centropomus undecimalis) en cautiverio*. UJAT, Villahermosa.

Cruz-Rosado, L. 2006. *Distribución espacial y abundancia del fitoplancton en temporada de estiaje, en el vaso Cencali, Laguna de las Ilusiones, Villahermosa, Tabasco*. Tesina de licenciatura. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

——. 2012. *Variación temporal del fitoplancton en la Laguna de las Ilusiones, Villahermosa, Tabasco*. Tesis de maestría. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Garduño-Solórzano, G., J.L. Martínez-Ortega y M.M. Ortega. 2005. Distribución geográfica y afinidad por el sustrato de las algas verdes (*Chlorophyceae*) bénticas de las costas mexicanas del golfo de México y mar Caribe. *Boletín Sociedad Botánica de México* 76:61-78.

Guiry, M.D. y G.M. Guiry. 2011. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. En: ‹*http://www.algaebase.org*›, última consulta: 28 de febrero de 2011.

Mendoza, A., E. Mendoza, S. Páramo *et al*. 1993. Alternativas de desarrollo piscícola para el manejo complementario de áreas inundadas. En: *Realidad y perspectivas. Tomo II Economía y desarrollo*. Gobierno del Estado de Tabasco, pp. 263-304.

Molina, J.F. y E. Mutguía. 2000. Microalgas silíceas en suelos inundados de Centla, Tabasco México: su variedad y su relación con parámetros edáficos. *Universidad y Ciencia* 15(28):29-36.

Moreno-Ruíz, J.L. 2005. Fitoplancton. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México.

Notario A., C.H. 1998. *Abundancia relativa de diatomeas y su relación con las condiciones tróficas del ecosistema acuático Laguna de las Ilusiones*. Tesina de licenciatura. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Osorio S., J.J. y R. López P. 2005. *Diversidad del fitoplancton de la laguna El Balsón, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Ortega, M., J. Godínez-Ortega y G. Garduño. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del golfo de México y mar Caribe. Cuadernos del Instituto de Biología-UNAM No. 34. UNAM/CONABIO. En: ‹*http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/algas/algas_catalogo.html*›, última consulta: 10 de agosto de 2016.

Pedroche, F.F., K.M. Dreckmann, A. Sentíes y R. Margain. 1993. Diversidad algal en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44(especial):69-92.

Quiroz-González, N. 2013. *Macroalgas marinas de la costa del estado de Tabasco*. Tesis. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Quiroz-González, N., A. Centurión-Carrera y M.G. Rivas-Acuña. 2010. Avances de la diversidad de euglenoides en la Laguna de las Ilusiones y la Pólvora en Villahermosa, Tabasco. En: *Memorias de la semana de divulgación y video científico*. UJAT, Tabasco.

Rodríguez, E. 2002. *Las lagunas continentales de Tabasco*. UJAT, Villahermosa.

Robledo, D. 1997. Las algas y la biodiversidad. CONABIO. *Biodiversitas* 13:1-4.

Sánchez. A.J. y E. Barba. 2005. Biodiversidad de Tabasco. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Briofitas

Ma. Guadalupe Rivas Acuña y Dennis Alejandro Escolástico Ortiz

Descripción

Las briofitas son pequeñas plantas no vasculares que habitan, principalmente, en lugares húmedos; se caracterizan por presentar una fase dominante y fotosintética llamada *gametofito* y una fase productora de esporas llamada *esporofito*; carecen de algunas estructuras complejas presentes en las plantas vasculares; no desarrollan raíces, aunque tienen estructuras de aspecto similar cuya misión es, básicamente, fijar el substrato y absorber el agua (Hallingbäck y Hodgetts 2000, Delgadillo 2003).

En la división Bryophyta se clasifican tres categorías: antocerotes, hepáticas y musgos. A escala mundial se estiman 19 900 especies de briofitas, de las cuales se han descrito 5 000. En el cuadro 1 se observa la diversidad a escala mundial, nacional y estatal. En cuanto a los estudios, en Tabasco existe un único estudio formal de briofitas hecho por Delgadillo y Zamudio (1988), en el cual se reportaron 47 especies (41 de ellas presentes en Tabasco); así como un estudio taxonómico-florístico de musgos de México llevado a cabo por Sharp *et al.* (1994), en el cual se incluyen 39 especies (31 de ellas presentes en el estado; apéndice 14).

Cuadro 1. Especies de briofitas a diferentes escalas geográficas.

Clase	Mundial[a]	México[b]	Tabasco[c]
Musgos	12 800	980	85[2]
Hepáticas	6 500 a 7 000	500	2[3]
Antocerotes	100		
Total familias		**152**	**27**
Total géneros		**812**	**54**
Total especies	**19 900[1]**	**1 727**	**87**
Total nombres infraespecíficos		**162**	**7**

[1]5000 especies descritas. [2]84 especies identificadas. [3]Una especie identificada. Fuente: [a]mundial - CONABIO 2008; [b]México - Delgadillo 2003; [c]Tabasco - Delgadillo y Zamudio 1988, Sharp *et al.* 1990, base de datos MEXU, MOBOT, NYBG y UJAT.

Distribución

En México las briofitas se distribuyen desde las elevaciones más altas, en selvas y desiertos, hasta cerca del nivel del mar. De acuerdo con registros de la colección de briofitas del herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), se les encuentra principalmente en selva alta y mediana perennifolia, vegetación secundaria (acahual) y tintal (*Haematoxylum campechianum*) sobre troncos de árboles, así como en diferentes sustratos, como suelo y rocas. En la entidad, algunas especies comunes de musgos epífitos son *Erpodium domingense* (figura 1) y *Octoblepharum albidum* (figura 2); el primero se ha observado principalmente sobre guayacán (*Tabebuia rosea*) y el segundo, sobre la palma o guano redondo (*Sabal mexicana*). La briofita hepática *Marchantia polymorpha* (figura 3) y musgos del género *Calymperes* (figura 4) se han encontrado en diversos sustratos como suelo, rocas y troncos de árboles.

Importancia ecológica, económica y cultural

Su importancia ecológica radica en que son organismos pioneros en la formación del suelo, ya que estabilizan las capas superficiales o colonizan rocas y suelos desnudos; son fundamentales en el reciclaje de nutrientes, en la producción de biomasa y retienen la humedad (Hallingbäck y Hodgetts 2000). Participan en el control de la erosión, además son buenos bioindicadores de las condiciones ambientales (Glime

Rivas-Acuña, M.G. y D.A. Escolástico-Ortiz. 2019. Briofitas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 175-177.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

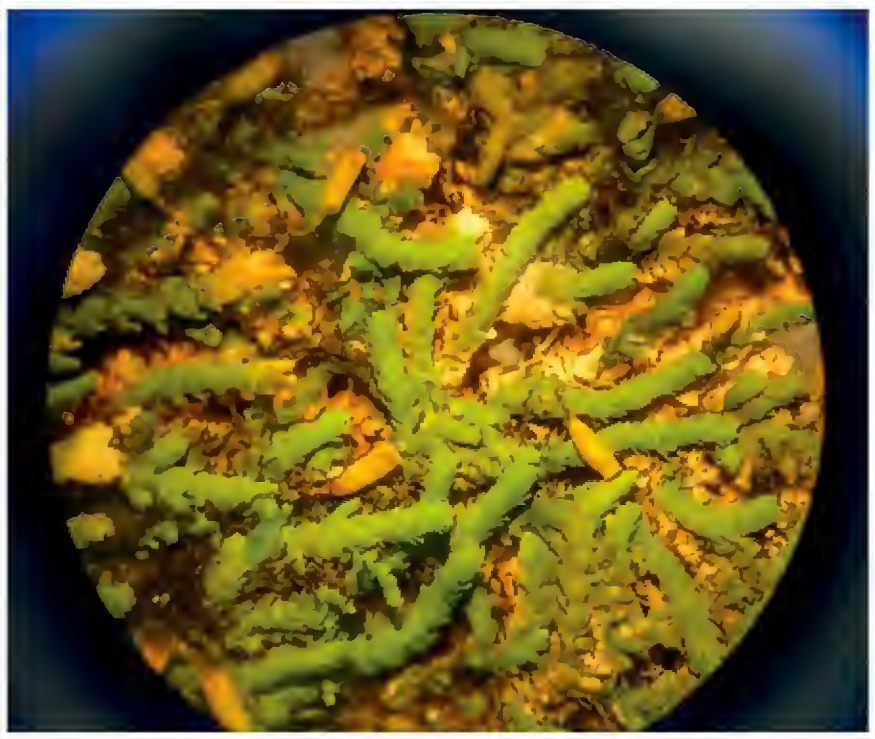


Figura 1. Gametofito de *Erpodium domingense* con cápsulas (esporofito). Foto: Dennis Alejandro Escolástico Ortiz.

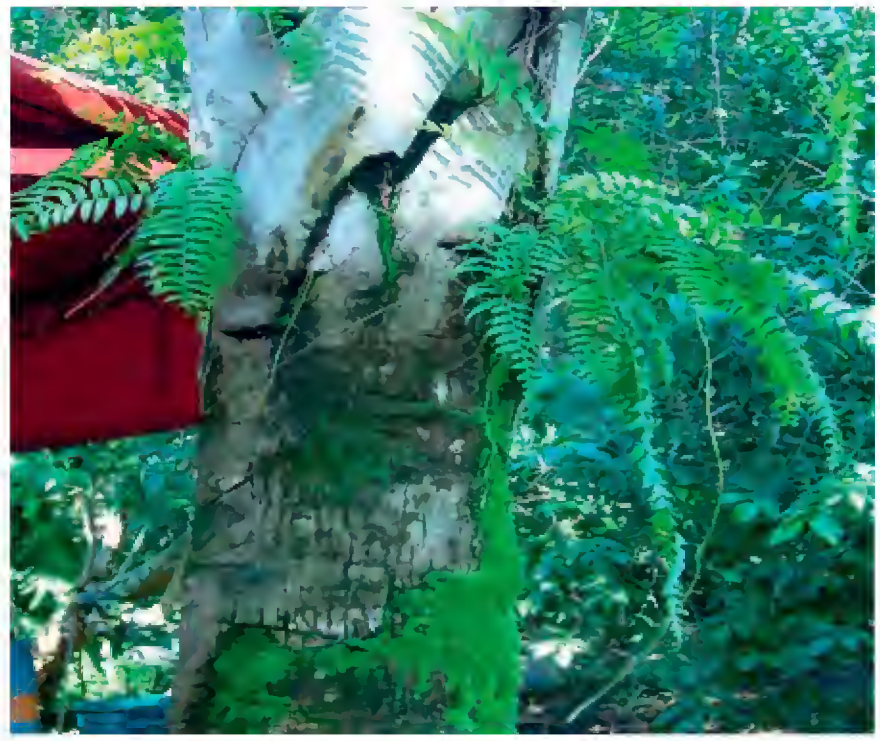


Figura 2. *Octoblepharum albidum* musgo epífito sobre guano redondo (*Sabal mexicana*). Foto: Rolando Cruz Cruz.

Figura 3. *Marchantia polymorpha* sobre suelo que muestra estructuras de propagación asexual. Foto: Dennis Alejandro Escolástico Ortiz.

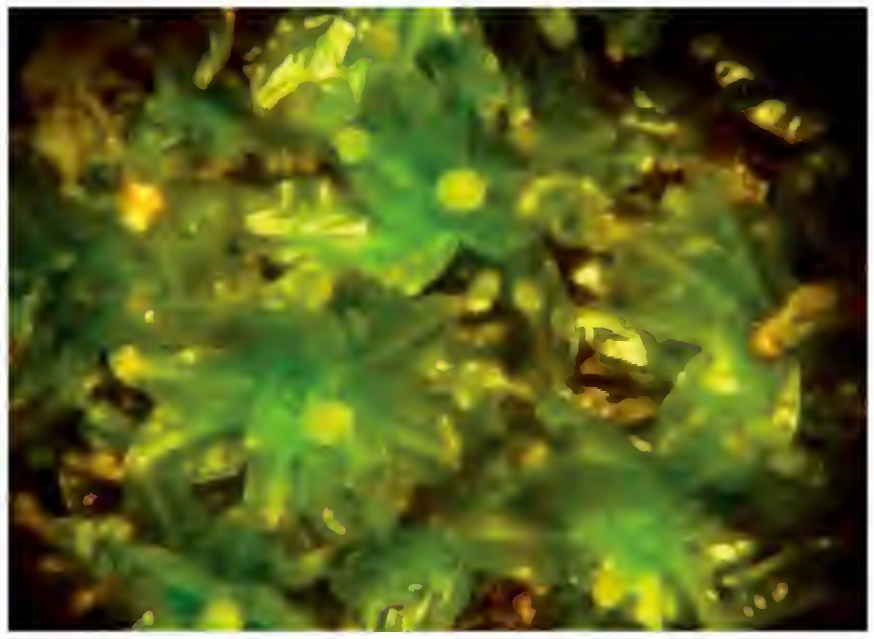


Figura 4. Gametofito de *Calymperes* sp. con propágulos. Foto: Rodrigo Rivera López.

2007a) por su sensibilidad a ciertos contaminantes, como bióxido de azufre, ozono y fluoruros volátiles; debido a ello, se han utilizado como indicadores de contaminación (Delgadillo y Cárdenas 1990). Asimismo, mantienen relaciones con microorganismos como *Agrobacterium* y *Nostoc* que contribuyen a fijar el nitrógeno y, finalmente, son el hábitat principal de macro y microinvertebrados (Glime 2007b).

En Tabasco no se cuenta con información acerca de su importancia económica; sin embargo, Delgadillo y Cárdenas (1990) reportaron que, a escala nacional, se comercializan algunos ejemplares durante la época navideña de los géneros *Hypnum*, *Thuidium*, *Leptodontium*, *Campylopus* y *Polytrichum*. El género *Sphagnum* es el musgo de más importancia económica entre las briofitas debido a sus propiedades antisépticas y a su poder de absorción. Otras especies también se utilizan como medicinas por su acción antibiótica ante hongos y bacterias, además de presentar otros usos potenciales.

Situación y estado de conservación

En México se han reportado seis especies de musgos en la Norma Oficial Mexicana NOM-059, cuatro en la categoría sujeta a protección especial (Pr) y dos amenazada (A; SEMARNAT 2010); sin embargo, la NOM-059 no reporta especies en riesgo para Tabasco.

En la entidad, la proporción de especies de briofitas respecto al registro nacional corresponde aproximadamente a 5.26%. Se pretende incrementar los estudios de la diversidad de especies y su distribución geográ-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

fica para tener un diagnóstico actualizado, con el fin de comparar su nivel de conservación a escala estatal, regional y nacional.

En el herbario de la UJAT existe una colección de 340 ejemplares de Tabasco y Chiapas, así como una base de datos. Entre los géneros más representativos se encuentran *Calymperes, Erpodium, Octoblepharum, Fissidens, Marchantia*; además, se tiene un listado de 91 especies reportadas para Tabasco en distintas bases de datos nacionales e internacionales, como las de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU), The Missouri Botanical Garden (MOBOT) y The New York Botanical Garden (NYBG; apéndice 14). Por su diversidad de especies, destacan los géneros *Fissidens* con 13 especies; *Barbula*, *Calymperes* y *Sematophyllum* con cuatro, y *Bryum, Syrrhopodon* y *Vesicularia* con tres. El escaso conocimiento de este grupo de organismos se debe a que no se contaba con investigadores interesados, por lo que la colección quedó estancada desde 1988. Fue hasta el año 2007 cuando se retomó y se ha ido incrementando gracias a las colectas y la participación de estudiantes de las carreras que se imparten en la División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Conclusión y recomendaciones

El cambio de uso de suelo en el estado ha provocado la disminución de este patrimonio vegetal. Entre las principales acciones para conservar a las briofitas se encuentran:

- Difundir los servicios ambientales y usarlas de manera potencial.
- Incrementar las colecciones del herbario y en vivo.
- Incrementar los estudios de diversidad de especies en diferentes ecosistemas del estado para conocer las más vulnerables o las que presentan más riqueza específica, así como para actualizar el inventario de la brioflora.

Con estos estudios, se espera obtener un panorama más amplio de las acciones a realizar para conservarlas, así como para analizar las aplicaciones potenciales de este grupo en la entidad, como indicadores de la calidad de hábitat, en el cultivo de plantas superiores, uso medicinal, entre otros.

Referencias

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. *Capital Natural de México. Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México.

Delgadillo, C. 2003. Catálogo de la Colección Briológica del Herbario Nacional de México. Actualización 2003. Herbario MEXU/Instituto de Biología-UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto U006. México. En: ‹*http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/musgos/musgosCat.html*›, última consulta: 10 de agosto de 2016.

Delgadillo, C. y A. Cárdenas. 1990. *Manual de briofitas. Cuadernos 8*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Delgadillo, C. y S. Zamudio. 1988. Algunos musgos de Tabasco, México. *Sociedad Botánica de México* 48:13-18.

Glime, J.M. 2007a. Economic and ethnic uses of bryophytes. En: *Flora of North America North of Mexico. Vol . 27. Bryophyta, part 1*. Flora of North America Editorial Committee (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 14-41.

——. 2007b. Bryophyte Ecology. Volume 2. Bryological Interaction. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. En: ‹*http://www.bryoecol.mtu.edu*›, última consulta: 13 de noviembre de 2013.

Hallingbäck, T. y N. Hodgetts (comps.). 2000. *Mosses, liverworts, and hornworts. Status survey and conservation action plan for bryophytes*. UICN/SSC Bryophyte Specialist Group, Suiza y Reino Unido.

MEXU. Base de datos de la Universidad Nacional Autónoma de México. 2013. En: ‹*http://www.unibio.unam.mx*›, última consulta: septiembre de 2010.

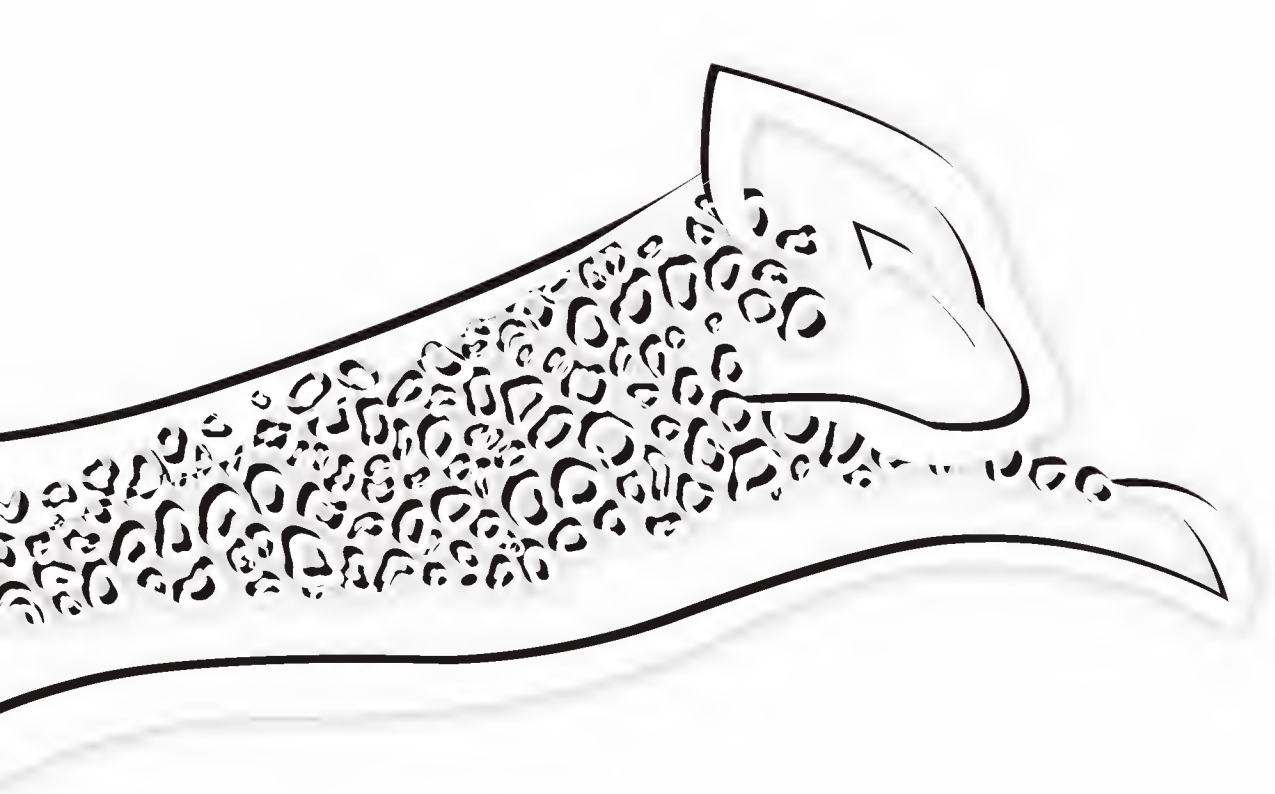
MOBOT. Base de datos del Missouri Botanical Garden. 2016. En: ‹*http://www.tropicos.org*›, última consulta: 10 de agosto de 2016.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sharp, A.J., H. Crum y P.M. Eckel (eds.). 1994. *The Moss Flora of Mexico*. The New York Botanical Garden, Nueva York.

NYBG. Base de datos de The New York Botanical Garden. 2016. En: ‹*http://sciweb.nybg.org/Science2/vii2.asp*›, última consulta: 10 de agosto de 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Hongos

José Edmundo Rosique Gil y Silvia Cappello García

Descripción

Los hongos son un grupo muy diverso de organismos, formados por largos filamentos en los cuales se encuentra el citoplasma y los organelos celulares; estos filamentos individuales se llaman *hifas* y son consideradas las unidades estructurales de los hongos e, igual que las células vegetales, poseen pared celular de quitina. El conjunto de hifas se llama *micelio* y constituye el cuerpo vegetativo, o talo, de los hongos. A diferencia de los animales que ingieren su alimento, lo digieren y lo absorben en un sistema de órganos internos, los hongos liberan enzimas sobre el sustrato en el que crecen, las cuales rompen las moléculas que forman el sustrato en fragmentos pequeños que pueden absorber a través de su pared celular. Esta característica permite que los hongos utilicen gran variedad de sustratos como alimento, desde azúcares simples hasta hidrocarburos, y que crezcan en casi cualquier objeto, ya sea cuero, madera, plástico, cemento y alimentos.

Cuando se reproducen, los hongos pueden formar estructuras macroscópicas de varios centímetros, como los champiñones o las setas, o estructuras muy pequeñas es necesario usar un microscopio para observarlas, como las que producen los hongos del género *Penicillium*, de los que se obtiene la penicilina. Como resultado de su reproducción, que puede ser sexual o asexual, se producen esporas de diferentes formas que son transportadas por el viento, el agua o los animales. Cuando estas encuentran un sustrato y las condiciones ambientales adecuadas, forman un nuevo micelio y se repite el ciclo.

Distribución

La capacidad para utilizar diferentes sustratos como alimento y producir gran número de esporas permite a los hongos estar presentes en todos los ambientes del planeta, desde los trópicos hasta las regiones polares. Esto hace que sean el segundo grupo de organismos más abundante en el mundo, después de los insectos (Hawksworth 2002).

Diversidad

Desde Linneo, algunas características de los hongos generaban dudas en los científicos que los han estudiado, actualmente llamados micólogos. Debido a esto, los hongos habían sido ubicados dentro del reino Plantae y tradicionalmente han sido estudiados y conservados en herbarios junto a las colecciones de plantas.

A mediados del siglo XX se propuso una nueva clasificación de los seres vivos basada en la organización celular y el tipo de nutrición. Los hongos fueron incluidos dentro del reino Fungi, el cual está integrado por cuatro grupos o *phyla* con características morfológicas distintivas:

- Chytridiomycota. Son unicelulares con hifas pequeñas y poco ramificadas. Es el único grupo de hongos con células móviles a través de un flagelo liso.
- Zygomycota. Sus hifas no tienen divisiones; su micelio es muy abundante, y forman esporas de pared muy gruesa llamadas *cigosporas*.
- Ascomycota. Sus hifas están divididas en compartimientos por paredes llamadas *septos*; su micelio es abundante; forman estructuras reproductivas

Rosique-Gil, E. y S. Cappello-García. 2019. Hongos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 179-183.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

macro y microscópicas, y sus esporas se organizan dentro de estructuras en forma de saco llamadas *ascas*.

- Basidiomycota. Sus hifas tienen septos; su micelio es abundante; forman estructuras reproductivas principalmente macroscópicas, y ordenan sus esporas sobre unas estructuras en forma de maza llamadas *basidios*.

Se conocen 96 743 especies de hongos, aunque se piensa que puede haber entre medio millón y 10 millones de especies en todo el mundo (Mueller y Schmit 2007). La cifra más utilizada por los micólogos es de 1.5 millones (Hawksworth 1991).

En México, Guzmán (1998), uno de los micólogos más importantes del país, calculó el número de especies de hongos que pueden existir en el territorio, y obtuvo 200 000. Sin embargo, sólo se conocen cerca de 7 000; de éstas, 2 000 especies son microscópicas y el resto son macroscópicas.

En Tabasco se conocen 464 especies de hongos, ~53% pertenece al *phylum* Basidiomycota, ~46% al *phylum* Ascomycota y el resto al *phylum* Zygomycota (cuadro 1).

Los basidiomicetes son el grupo más conocido en el estado, sus especies forman estructuras conspicuas y se han estudiado desde la formación del herbario UJAT (hace poco más de 20 años; Cappello y Hernández-Trejo 2000). Dentro de las 248 especies de este grupo, hay representantes de 29% de los órdenes, casi una cuarta parte de las familias, y apenas 0.8% de las especies que forman parte del *phylum* Basidiomycota. Lo mismo sucede con los grupos Zygomycota y Ascomycota, principalmente microscópicos. A pesar de que el estudio de los hongos microscópicos en diferentes ambientes de la entidad se ha intensificado en la última década (Heredia *et al.* 2006, Rosique *et al.* 2008, Vélez 2010) y se han registrado 213 especies, éstas representan solamente 0.3% de los ascomicetes conocidos en el mundo.

Importancia ecológica, económica y cultural

Los hongos son los principales organismos que descomponen la materia orgánica vegetal muerta en todos los ecosistemas, tanto acuáticos como terrestres. Intervienen en procesos importantes en el suelo, como la mineralización de ciertos elementos (N, P y K), la promoción de la agregación y detoxificación del suelo, entre otros.

También pueden ser parásitos de plantas, animales e incluso de otros hongos. Por eso pueden ser considerados como plagas cuando atacan plantaciones de cultivos de importancia económica, como el caso de la sigatoka negra, una enfermedad causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* que ataca las plantas de plátano. Además pueden ser parásitos de organismos dañinos como del mosquito *Aedes aegypti*, agente transmisor del dengue. Esto permite que los hongos sean una opción viable para el control biológico de plagas.

Otra de las funciones importantes de los hongos en los ecosistemas es la asociación que forman con otros organismos. Como el caso de las micorrizas y los líquenes. Una micorriza es una asociación simbiótica entre el micelio de un hongo y las raíces de una planta, a partir del cual obtiene minerales y agua y, a su vez, el hongo obtiene carbohidratos y vitaminas producidos por ésta. Por su parte, los líquenes son asociaciones en las que interviene un hongo, llamado *micobionte*, y un alga o cianobacteria denominada *ficobionte*; en este caso, el micobionte protege al ficobionte, mientras que éste produce carbohidratos utilizados por el hongo.

Desde el punto de vista ecológico, los líquenes son muy importantes, ya que son organismos muy resistentes a condiciones ambientales adversas, lo que les permite establecerse en lugares donde otros organismos no podrían sobrevivir, como islas recién emergidas del fondo marino o áreas donde hubo erupciones volcánicas. Producen sustancias que

Cuadro 1. Categorías taxonómicas de hongos conocidas a escala mundial y en el estado.

	Mundo[1]				Tabasco			
Phylum	Ordenes	Familias	Géneros	Especies	Ordenes	Familias	Géneros	Especies
Zygomycota	10	27	168	1 065	1	1	2	3
Ascomycota	68	327	6 355	64 163	21	41	120	213
Basidiomycota	52	177	1 589	31 515	15	43	104	248
Total	**130**	**531**	**8 112**	**96 743**	**37**	**85**	**226**	**464**

Fuente: [1] Kirk *et al.* 2008.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

rompen la roca y empiezan la formación del suelo que, posteriormente, permite que se establezcan plantas.

Además de la función que los hongos tienen en los ecosistemas, han estado presentes en la vida del hombre desde hace siglos. Los egipcios los utilizaban para elaborar bebidas fermentadas; los romanos los consumían cotidianamente e, incluso, la especie *Amanita caesarea* recibió ese nombre debido a que era un hongo muy apreciado por los césares.

Otro hongo, *Ganoderma lucidum*, ha sido utilizado con fines medicinales desde hace 4 000 años en Asia. Se le han atribuido propiedades antitumorales y anticancerígenas, además de que estimulan el sistema inmunológico. A pesar de que en Tabasco no hay una tradición en el uso de hongos como en otros estados, se conocen algunas especies que se consumen. Diferentes especies como *Auricularia delicata* (figura 1), *A. polytricha*, *Pleurotus djamor*, *Polyporus tenuiculus* y *Schizophyllum commune* son conocidas como orejas de palo, ya que crecen sobre troncos muertos y se venden en mercados de Macuspana, Teapa y Villahermosa; el mone, un platillo tradicional de la región de la Sierra, se prepara con *S. commune*. Algunas especies del género *Lycoperdon* (figura 2), conocidas como bolitas sopladoras, se utilizan en la región de los Ríos para detener hemorragias. Incluso se sabe que, hace unas décadas, las especies de *Auricularia* se inflaban como un globo y eran utilizadas como juguete, aunque esta práctica se ha perdido (Ruan-Soto *et al.* 2004).

Los hongos representan una buena alternativa alimenticia debido a su alto contenido de proteínas y bajo en lípidos, junto con algunas propiedades anticancerígenas que estimulan el sistema inmunológico y reducen el colesterol (Cappello 2003). Su cultivo contribuye al uso sustentable de los recursos, ya que pueden crecer en una amplia variedad de desechos agroindustriales lignocelulósicos (que contiene lignina y celulosa) que son tratados como basura; también tienen un amplio potencial biotecnológico, ya que pueden ser utilizados como biofertilizantes, bioplaguicidas y en la biorremediación de suelos y aguas contaminadas, entre otras aplicaciones (Heredia *et al.* 2008).

Situación y estado de conservación

La Norma Oficial Mexicana NOM-059 establece las categorías de riesgo para especies o poblaciones de organismos silvestres que habitan el país. Actualmente, 46 especies de hongos se encuentran en alguna categoría de riesgo en esta norma. Ocho especies están sujetas a protección especial, 28 están amenazadas y 10 se encuentran en peligro de extinción. Aproximadamente 56% de las especies incluidas en la NOM-059 pertenecen al género *Psilocybe* (SEMARNAT 2010). En Tabasco solamente se han reportado dos especies que están en alguna categoría de riesgo: *Agaricus augustus* y *Psilocybe mexicana*; ambas se consideran amenazadas debido al deterioro y modificación de su hábitat. Dentro del estado, sólo ha sido posible colectarlos en los municipios Centro y Tacotalpa, por lo que no existe algún plan de manejo para ellos.

Figura 1. Oreja de palo (*Auricularia delicata*). Foto: Silvia Cappello.

Figura 2. Bolita sopladora (*Lycoperdon* sp.). Foto: Silvia Cappello.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Amenazas y oportunidades

No se sabe con certeza cuántas especies de hongos existen en el planeta. Cualquiera que sea la cifra que se elija, el conocimiento de la diversidad fúngica mundial es bajo (entre 1 y 19%), aunque el valor más utilizado es 5%. En México sucede lo mismo: se conocen solamente 3.5% de la diversidad fúngica del país. Los bajos porcentajes de especies identificadas indican que los hongos son un grupo muy diverso y que todavía falta mucho por estudiar acerca de su biología, taxonomía y biogeografía.

Aún no se ha calculado cuántos hongos existen en Tabasco, pero si se considera que en la entidad existen 3 089 especies de plantas (véase Angiospermas, en esta obra) y que, al menos una especie de hongo puede estar relacionada con cada una, se espera encontrar, al menos, 2 622 especies aparte de las ya conocidas.

Tabasco ha perdido más de 90% de las selvas que originalmente cubrían la mayor parte de su territorio. Entre 1950 y 1990, la superficie ocupada por selva disminuyó de 538 861 a 41 079.3 ha, apenas 1.65% de la extensión del estado (Sánchez-Munguía 2005), las cuales se localizan en los municipios Tenosique, Teapa, Tacotalpa, Macuspana y Huimanguillo (Castillo y Zavala 1996).

Si bien la desaparición de las selvas impacta directamente en la diversidad fúngica, ya que los hongos dependen de la materia vegetal muerta, en el estado hay muchos ambientes poco o nada estudiados, como los manglares, los ríos y lagunas de agua dulce, las lagunas y dunas costeras, así como los hongos que se asocian a insectos y los que producen enfermedades en plantas y animales.

A pesar de todo esto y de que aún falta mucho por conocer, se considera que se tiene una buena representación de la diversidad fúngica, y se han hecho contribuciones interesantes al conocimiento de su diversidad en el mundo.

Se han encontrado especies nuevas para la ciencia en ambientes donde no habían sido encontradas, como el género *Aliquandostipite* (figura 3) y algunas especies conocidas por producir metabolitos secundarios (figuras 4 y 5).

Figura 3. Ascosporas (*Aliquandostipite* sp.). Foto: Edmundo Rosique-Gil.

Figura 4. *Savoryella lignicola*. Peritecio con ascosporas. Foto: Leonila García Castro.

Figura 5. *Monilochaetes guadalcanalensis*. Conidióforo y conidios. Foto: Karen Martínez Rivera.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión y recomendaciones

Los hongos son un grupo de organismos muy diverso, pueden encontrarse en cualquier ambiente y desempeñan una función importante en los ciclos biogeoquímicos al descomponer la materia orgánica vegetal de los ecosistemas. Para sobrevivir dependen de un sustrato u hospedero adecuado, por lo que la presión de actividades antropogénicas como la desforestación, la expansión ganadera extensiva, la intensificación agrícola, la urbanización y la explotación petrolera repercuten directamente en la destrucción de hábitats. En consecuencia, se ha acelerado la desaparición de muchas especies que ni siquiera se conocen, lo que impide saber acerca de sus usos potenciales.

El estudio de la diversidad fúngica permite conocer las especies presentes en los ecosistemas en un estado y su función. Al tener esta información básica, se pueden hacer estudios aplicados en diferentes ramas del conocimiento, como el control biológico, al utilizar especies nativas para controlar plagas locales. La biotecnología es un área en la que los hongos pueden ser utilizados al explorar la producción de sustancias bioactivas de hongos de ambientes conocidos y poco explorados, como los ambientes extremos; también se pueden hacer propuestas para utilizarlos como alimento al integrarlos en planes de manejo sustentable. Otros hongos pueden ser estudiados como indicadores de impacto ambiental y cambio climático, y con ello hacer planes de manejo y conservación de áreas especiales.

Por todo lo anterior es importante seguir haciendo estudios tanto básicos como aplicados, ya que aún falta mucho por conocer sobre la biodiversidad fúngica del estado.

Referencias

Cappello, S. 2003. ¿Son los hongos macroscópicos un peligro o un beneficio para la salud? *Horizonte Sanitario* 2:77-82.

Cappello, S. y H. Hernández-Trejo. 2000. La colección de hongos del Herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol)-UJAT. *Kuxulkab'* 5:44-46.

Castillo, O. y C.J. Zavala. 1996. Fisiografía, recursos vegetales y alternativas de manejo en el Parque Estatal Agua Blanca, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 12:63-70.

Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity & Conservation* 7:369-384.

Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycological Research* 95:641-655.

——. 2002. Why study tropical fungi? En: *Tropical mycology. Vol. 2: Micromycetes*. R. Watling, J.C. Frankland, A.M. Ainsworth *et al.* (eds.). CAB International, Wallingford, pp. 1-11.

Heredia, G., R. Castañeda-Ruiz, C. Becerra y R.M. Arias. 2006. Contribución al conocimiento de los hongos anamorfos saprobios del estado de Tabasco. I. *Revista Mexicana de Micología* 23:53-62.

Heredia, G., R. Castañeda y S. Cappello. 2008. Introducción. En: *Tópicos sobre diversidad, ecología y usos de los hongos microscópicos en Iberoamérica*. G. Heredia (ed.). CYTED/ Instituto de Ecología A.C., Xalapa, pp. 7-26.

Kirk, P.M., P.F. Cannon y J.A. Stalpers. 2008. *Ainsworth y Bisby´s dictionary of the fungi*. CAB International, Wallingford.

Mueller, G.M. y J.P. Schmit. 2007. Fungal biodiversity. What do we know? What can predict? *Biodiversity & Conservation* 16:1-5.

Rosique-Gil, E., M.C. González y J. Cifuentes. 2008. New records of three freshwater ascomycetes from an urban lagoon of Tabasco, Mexico. *Mycotaxon* 105:249- 256.

Ruán-Soto, F., R. Garibay-Orijel y J. Cifuentes. 2004. Conocimiento micológico tradicional en la planicie costera del golfo de México. *Revista Mexicana de Micología* 19:57-70.

Sánchez-Mungía, A. 2005. *Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco, 1950-2000*. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Velez, P. 2010. *Estimación de la diversidad de los ascomicetes marinos arenícolas de las playas de Tabasco*. Tesis de maestría en ciencias biológicas. UNAM, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Microhongos benéficos relacionados con la agricultura y sus potenciales usos

Carlos Fredy Ortiz García, Eder Ramos Hernández y Magdiel Torres de la Cruz

Descripción

Los hongos son organismos eucariotas típicos, generalmente microscópicos que presentan dos tipos de morfologías: una multicelular denominada filamentosa (micelares) y otra unicelular (levaduriforme), obtienen los nutrientes por absorción y tienen un metabolismo quimioheterótrofo, ya que adquieren la energía y el carbono de compuestos orgánicos sintetizados por otros organismos. La mayoría de los hongos presentan reproducción sexual y asexual; el estado sexual se denomina teleomorfo o meiospóricos, y el asexual anamorfo o mitospórico (Alexopulos y Mims 1979, Herrera y Ulloa 1998). Gran parte del reino Fungi está compuesta por especies microscópicas o microhongos[1] (Heredia *et al.* 2006).

La clasificación comúnmente empleada para identificar el reino de los hongos es de cuatro filas principales: oomicetes (Oomycota) ahora conocidos como pseudohongos, zigomicetes (Zygomycota), ascomicetes (Ascomycota) y basidiomicetes (Basidiomycota), cuyos respectivos individuos forman oosporas, zigosporas, ascosporas y basidiosporas como producto del proceso reproductivo sexual; además de presentar procesos multiplicativos asexuales. Un quinto *phylum* lo integran los deuteromicetes (Deuteromycota), llamados hongos imperfectos que incluyen hongos de los que sólo se conoce la reproducción asexual (Alexopulos y Mims 1979).

Los hongos están integrados en diversos grupos ecológicos que abarcan una gran diversidad de hábitats: macrohongos, microhongos sobre material vegetal, líquenes, acuáticos, y los que habitan en el suelo (Mueller y Schmit 2007).

En esta sección sólo se analizarán microhongos, principalmente los asociados a las plantas cultivadas en Tabasco, con especial atención a especies que benefician a la agricultura o actúan como agentes de control biológico de plagas y enfermedades, así como especies con potencial en el uso de la biorremediación de suelos agrícolas afectados por derrames de hidrocarburos, entre otros.

Diversidad

Al referirse a la diversidad de hongos en México, Guzmán (1998) explicó que, en términos del hábitat que ocupan, el número aproximado de especies está distribuida de la siguiente manera: 1 500 son especies obligadas a plantas, es decir, se desarrollan sobre tejidos vegetales; 140 saprófitas en el suelo y otros sustratos; 100 en granos almacenados; 70 en bebidas tradicionales; 60 parásitas en animales y humanos; 30 acuáticas y 20 se producen en el estiércol. Este total es de 1 920 especies; sin embargo, hay cerca de 4 800 especies de macromicetos u hongos macroscópicos divididos en 2 400 ascomicetos (incluyen a 1 800 especies liquenizados), 2 200 basidiomicetos y 200 mixomicetos. Esto significa que sólo se conocen alrededor de 6 710 especies de hongos en México, lo que se considera un número bajo teniendo en cuenta la alta diversidad biótica y geográfica del país.

Diversidad de microhongos asociados a la agricultura

Pese a la amplia diversidad vegetal de México (Toledo 1994), la agricultura de Tabasco está representada por

[1] El término *microhongos* (o micromicetes) se refiere a hongos muy pequeños, con estructuras esporíferas microscópicas (Herrera y Ulloa 1998).

Ortiz-García, C.F., E. Ramos-Hernández y M. Torres-de la Cruz. 2019. Microhongos benéficos relacionados con la agricultura y sus potenciales usos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 184-189.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

una gama de especies vegetales que, en su mayoría, fueron introducidas al país a partir del descubrimiento de América. Entre estas destacan cultivos perennes industriales y frutales que actualmente ocupan 49.5% de la superficie agrícola estatal. Otro grupo importante de cultivos en la producción agrícola son los anuales, como arroz, sandía, calabaza, maíz y frijol como productos de subsistencia, que ocupan 50.5% de la superficie agrícola cultivada (INEGI 2009). Otros cultivos, como la producción de flores y follajes de corte, guayaba, palma de aceite y hule, son nuevas alternativas agrícolas que se practican en el estado, las cuales han manifestado enfermedades causadas por hongos tanto macro como microscópicos.

Por ejemplo, entre los estudios llevados a cabo en Tabasco, destaca el trabajo de Olmo *et al.* (2010) sobre la micobiota en el suelo de un cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) en el municipio Teapa, del cual obtuvo una lista de 30 especies de hongos mitospóricos (cuadro 1; apéndice 15) que corresponden a ocho géneros distintos: *Fusarium* (nueve especies aisladas, 30% del total), *Trichoderma* (seis especies aisladas, 20%), *Aspergillus* y *Penicillium* (cinco especies aisladas cada género, 16.7%), *Cladosporium* (dos especies aisladas, 6.7%), *Acremonium*, *Geotrichum* y *Nigrospora* (una especie aislada de cada género, 3.3%). Este estudio se complementa con los descritos por Suárez (1984), quien identificó cinco especies de hongos *Arthrobotrys conoides, A. dactyloides, Dactylella brochopaga, Monacrosporium ellipsosporum* y *M. cionopagum*, como predadoras de nematodos en cultivos de plátano en Tabasco.

Para el control biológico de la mancha negra *Phytophthora*[2] en el cultivo de cacao, Bailey-de Ibarra (1977) identificó nueve especies de organismos antagónicos en el suelo de cacaotales que inhiben la esporulación de *P. palmivora* en frutos enfermos:

Cuadro 1. Especies de micromicetos presentes en un suelo cultivado con plátano en Teapa.

Familia	Nombre científico
No asignado	*Acremonium murorum*
Trichocomaceae	*Aspergillus flavus*
	A. japonicus
	A. niger
	A. niveus
	A. terreus
Davidiellaceae	*Cladosporium* sp.
	C. cladosporioides
Nectriaceae	*Fusarium chlamydosporum*
	F. culmorum
	F. dimerum
	F. equiseti
	F. merismoides
	F. nivale
	F. oxysporum
	F. sambucinum
	F. solani
Dipodascaceae	*Geotrichum candidum*
Trichosphaeriaceae	*Nigrospora oryzae*
Trichocomaceae	*Penicillium citrinum*
	P. commune
	P. fellutanum
	P. purpurogenum
	P. variabile
Hypocreaceae	*Trichoderma aureoviride*
	T. citrinoviride
	T. harzianum
	T. longibrachiatum
	T. parceramosus
	T. virens

Fuente: Olmo *et al.* 2010.

Aspergillus terreus, A. ochraceus, A. flavipes, A. flavus-orizae, Geotrichum candidum, Penicililum sp., *Trichoderma* sp., *T. viridae*. El género *Trichoderma* mostró una marcada acción hiperparasítica con formación de hifas[3] de penetración y enrollamiento sobre las hifas de *P. palmivora*, causando su destrucción entre 48-56 horas. La aplicación del antagonista

[2] Ahora *Phytophthora capsici*.
[3] Redes de filamentos cilíndricos que conforman la estructura vegetativa de los hongo o pseudohongos multicelulares.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

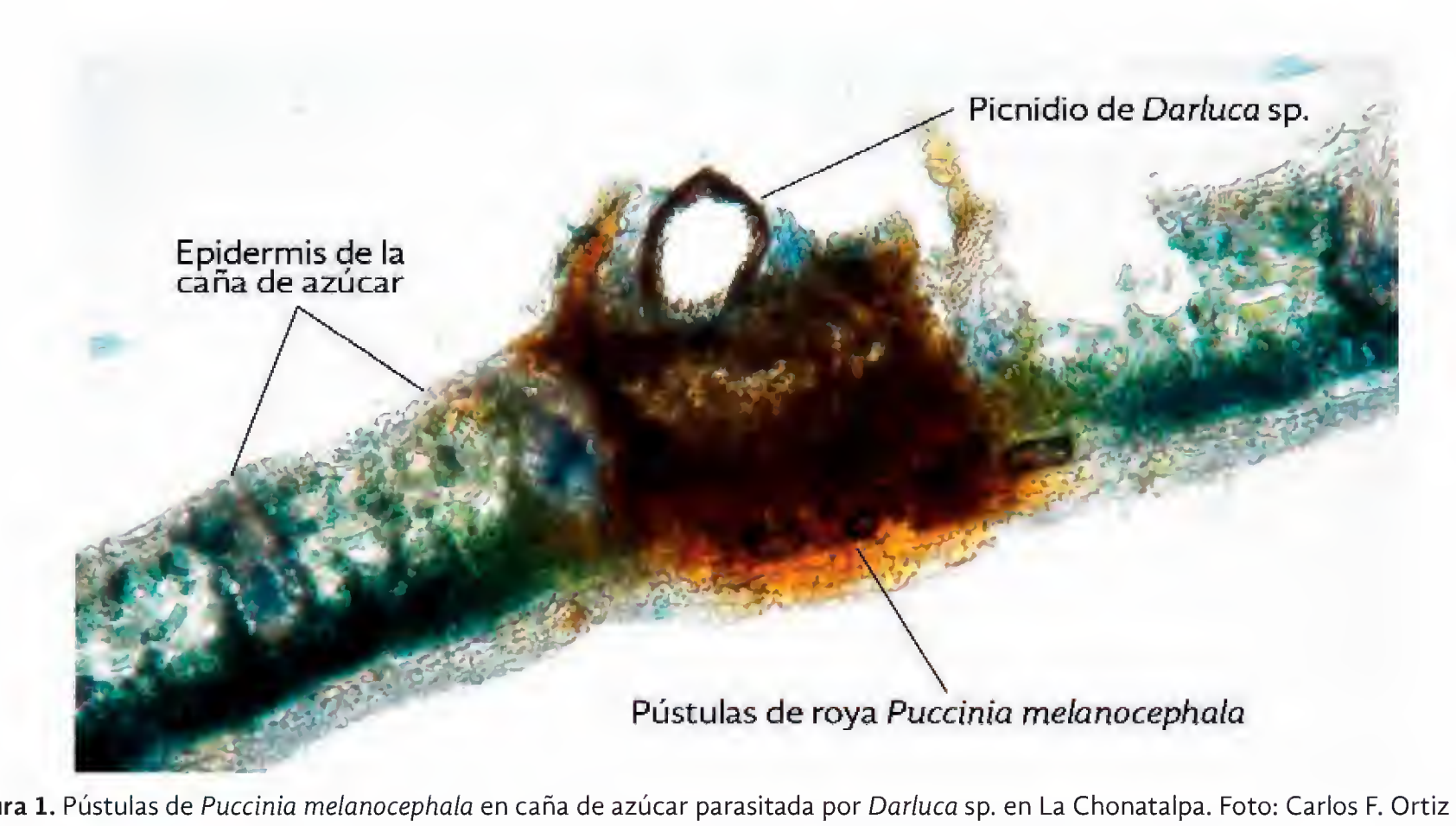


Figura 1. Pústulas de *Puccinia melanocephala* en caña de azúcar parasitada por *Darluca* sp. en La Chonatalpa. Foto: Carlos F. Ortiz G.

Penicillium sp. en la hojarasca amontonada alrededor del árbol y sobre los frutos del tronco disminuye la velocidad de incremento de la epidemia en los frutos cercanos al suelo (Frías-Treviño 1981). Como complemento de los estudios anteriores, Martínez-Sarao y Aviña-Sánchez (1985) evaluaron la aplicación de seis especies del género *Trichoderma*, dos del género *Penicillium* y la especie *G. candidum* en suelo de cacaotales, los cuales reducen significativamente las poblaciones de *P. palmivora*, además identificaron tres especies del género *Trichoderma* con alta eficiencia. Actualmente, en el Colegio de Postgraduados se estudia el uso de este hongo (*Trichoderma* sp.), aislado de mazorcas de cacao con moniliasis (causada por el hongo *Moniliophthora roreri*), para control biológico de la enfermedad. Otra especie que actúa como control natural es *Darluca* sp., ya que ataca a las pústulas de roya (*Puccinia melanocephala*) en cultivos de caña de azúcar variedad MEX 5982 (figura 1). Este parasitismo también se ha observado en follaje de cinco especies de Heliconeiceae.

Hongos entomopatógenos

Existen algunos estudios de hongos entomopatógenos[4] que se llevaron a cabo en diferentes cultivos perennes de Tabasco; por ejemplo, el uso de *Metarhizium anisopliae* para el control biológico del salivazo o mosca pinta *Aeneolamia postica*, plaga en el cultivo de caña de azúcar en La Chontalpa, (Bautista y González 2005, Torres-de la Cruz 2006); en cultivos de cítricos, las especies *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* son alternativas efectivas para usarse en programas de manejo integrado del pulgón café de los cítricos *Toxoptera citricida*, el cual es considerado como el vector más eficiente del virus de la tristeza de los cítricos en Huimanguillo (Hernández *et al.* 2006). Uno de los hongos entomopatógenos con más potencial en el manejo de plagas agrícolas es *L. lecanii* (sinónimo de *Verticillium lecanii*), principalmente en el manejo del pulgón negro del cacao *T. aurantii* y el áfido *Aphis gossypii* (Cortez-Madrigal 2001, 2007), plagas del rebrote de follaje y pedúnculos de flores del cacao, respectivamente.

Hongos micorrízicos

Los estudios sobre micorriza arbuscular[5] se han realizado de manera predominante en las zonas templadas, y poco se ha hecho en el trópico (Guzmán 1998). La diversidad taxonómica de los hongos formadores de micorrizas arbusculares ha sido poco estudiada en la entidad, ya que la mayor parte de las investigaciones se han enfocado en conocer la respuesta de la planta

[4] Los hongos entomopatógenos parasitan diferentes órdenes de insectos, son de gran importancia en los agroecosistemas por su capacidad natural para regular las poblaciones de insectos.

[5] Micorriza arbuscular es una simbiosis mutualista ampliamente distribuida que se forma entre las raíces de la mayoría de las comunidades vegetales de herbáceas y árboles tropicales, y un pequeño grupo de hongo colonizadores de la raíz del orden Glomales de la clase Zygomycetes.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

a la micorriza, sin considerar su procedencia. Varela y Trejo (2001) identificaron una sola especie para el estado: *Glomus constrictum* en cocotero. Sin embargo, Ramírez (2007) y Osorio *et al.* (2008) identificaron 18 especies de hongos micorrízicos arbusculares en diferentes condiciones edáficas (cuadro 2, apéndice 15), en la rizosfera de las plantas que crecen en suelos contaminados con petróleo y en suelos cultivados con maíz en las sabanas, los cuales corresponden a cinco géneros distintos: *Glomus* (11 especies identificadas), *Scutellospora* (tres especies identificadas), *Acaulospora* (dos especies identificadas), *Archaeospora* y *Gigaspora* (una especie identificada cada uno). Es importante destacar los aislamientos de cepas de hongos realizados por Granados-Álvarez (1989) en raíces de maíz con asociación de leguminosas, en las que se identificaron cepas de *Trichoderma, Rhizoctonia* y *Fusarium,* mismos que, además de no causar daño, parecen comportarse como hongos micorrízicos, dado que estimulan el crecimiento de las plántulas de maíz.

Hongos en la biorremediación

El tamaño de la población de hongos puede tener una tasa de crecimiento alta, aunque las concentraciones de hidrocarburos sean altas, ya que tienen buena adaptación. Se han encontrado reportes de hongos con potencial para la biorremediación de suelos afectados por derrames de petróleo en el estado, donde se destacan los géneros *Aspergillus, Trichoderma, Paecilomyces* y *Penicillium* (Rivera *et al.* 2002a, b, Hernández-Nataren 2005, Barajas-Colín 2006, Ferrera-Cerrato *et al.* 2006) en la asimilación de hidrocarburos, cuya interacción origina efectos positivos en la degradación del petróleo recién incorporado al suelo y petróleo intemperizado (Maldonado *et al.* 2010). Amezcua y colaboradores (2003) demostraron que *P. frequentans* reduce eficazmente las concentraciones de fenantreno en el suelo y, en consecuencia, la degradación de otros hidrocarburos policíclicos aromáticos.

Cuadro 2. Especies de hongos micorrízicos en suelos de sabana y suelos contaminados con petróleo.

Familia	Nombre científico
Archaesporales	*Archaeospora gerdemannii*
Acaulosporaceae	*Acaulospora laevis*
	A. foveata
Gigasporaceae	*Gigaspora gigantea*
	Scutellospora erythropa
	S. gilmorei
	S. heterogama
Glomeraceae	*Glomus ambisporum*
	G. caledonium
	G. citricola
	G. coronatum
	G. ebumeum
	G. fistulosum (= G. claroideum)
	G. geosporum
	G. sinuosum
	G. tortuosum
	Sclerocystis clavispora
	S. rubiformis

Fuente: Ramírez 2007, Osorio *et al.* 2008.

Conclusión

Las especies de microhongos benéficas en la agricultura de Tabasco abarcan una gran diversidad de hábitats y, a pesar de ello, han sido poco explorados en la zona. Se han encontrado estudios aislados acerca de cultivos perennes (plátano, caña de azúcar, cacao y cítricos) y anuales (maíz), pero falta la exploración en otros cultivos.

Es de considerarse que en los sistemas agrícolas del estado, los microhongos son un recurso importante para ser integrados en el control de plagas y enfermedades, así como para resolver problemas de fertilidad del suelo y limpiar aquellos contaminados por derrames de petróleo, entre otros usos.

Con la finalidad de impulsar el desarrollo sustentable de la agricultura en la entidad, es necesario incrementar los estudios sobre los microorganismos benéficos que, de forma natural o inducida, actúan de manera positiva para el productor. Entre ellos, *Trichoderma* sp. para ataques de mazorcas de cacao con *Moniliophthora roreri* en el suelo; *Darluca* sp. sobre pústulas de roya café en hoja de caña de azúcar, heliconias o plantas silvestres; la integración en compostas de *Pochonia chlamydosporia* para mitigar el daño del nematodo *Meloydogine incognita* en heliconias u otras especies; *Metarhizium anisopliae* para controlar la mosca pinta en el cultivo de caña de azúcar y cacao. Además, se requiere impulsar su adopción y manejo en los diferentes sistemas productivos tropicales.

Actualmente existen importantes herramientas de biotecnología que pueden contribuir enormemente al desarrollo de estos estudios, así como al complemento de información para clasificaciones taxonómicas y el uso de hongos para activar la aceleración de la descomposición de la materia orgánica en sistemas de producción con labranza cero.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Alexopulos, C. y C. Mims. 1979. *Introductory mycology*. Jonh Wiley & Sons Inc., Nueva York.

Amezcua, M., J. Lead, J. Meléndez y R. Rodríguez. 2003. Phenanthrene removal in a selected mexican soil by the fungus *Penicillium frequentans*: Role of C:N ratio and water content. *Soil and Sediment Contamination* 12(3):387-399.

Bailey-de Ibarra, A. 1977. *Detección, mecanismos y eficiencia relativa de algunos antagonistas a Phytophthora palmivora causante de la pudrición negra de la mazorca del cacao*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Cárdenas.

Barajas-Colín, G. 2006. *Estudio de los hogos Aspergillus sp. y Trichoderma sp. nativos de la zona La Venta, Tabasco, para la biorremediación de suelos contaminados con petróleo crudo*. Tesis de licenciatura en ingeniería química petrolera. Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas.

Bautista, A. y N. González. 2005. Tres dosis de *Metarhizium anisopliae* sobre la mosca pinta (*Aeneolamia* spp.) en caña de azúcar en la región de los ríos, estado de Tabasco. *Universidad y Ciencia* 21(41):37-40.

Cortez-Madrigal, H. 2001. *Selección de aislamientos del hongo Verticillium lecanii (Zimm.) Viegas para el manejo del pulgón negro del cacao Toxoptera aurantii Boyer en Tabasco, México*. Tesis de doctorado en ciencias. COLPOS, Texcoco.

——. 2007. Producción de *Lecanicillium* (=*Verticillium*) *lecanii* en diferentes sustratos y patogenicidad. *Agricultura Técnica en México* 33(1):83-87.

Ferrera-Cerrato, R., N. Rojas-Avelizapa, H. Poggi-Varaldo *et al*. 2006. Procesos de biorremediación de suelo y agua contaminados por hidrocarburos del petróleo y otros compuestos orgánicos. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 48(2):179-187.

Frías-Treviño, G. 1981. *Importancia del suelo como fuente de inoculo y su relación con la epidemia de la pudrición negra de la mazorca del cacao causada por Phytophthora palmivora (Butl)*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Cárdenas.

Granados-Álvarez, N. 1989. *La rotación con leguminosas como alternativa para reducir el daño causado por fitopatogenos del suelo y elevar la productividad del agroecosistema maíz en el trópico húmedo*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Cárdenas.

Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity Conservation* 7:369-384.

Heredia, G., R. Castañeda, C. Becerra y R. Arias. 2006. Contribución al conocimiento de los hongos anamorfos saprobios del Estado de Tabasco I. *Revista Mexicana de Micología* 23:53-62.

Hernández, I, I. López, A. Berlanga *et al*. 2006. Efectividad de hongos entomopatógenos y vehículos de aplicación para el control del pulgón café de los cítricos *Toxoptera citricida* Kirkaldy Homoptera: Aphididae. *Vedalia* 13(1):17-26.

Hernández-Nataren, L. 2005. *Evaluación del efecto de cuatro géneros de hongos en la biorremediación de suelo contaminado con petróleo crudo*. Tesis de licenciatura en biología. Universidad Veracruzana, Córdoba.

Herrera, T. y M. Ulloa. 1998. *El reino de los hongos: micología básica y aplicada*. 2ª ed. FCE/Instituto de Biología-UNAM, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. Anuario estadístico de Tabasco 2009. En: ‹*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/sisnav/default.aspx?proy=aee&edi=2009&ent=27*›, última consulta: 22 de enero de 2011.

Maldonado, E., M. Rivera, F. Izquierdo y D. Palma. 2010. Efectos de rizosfera, microorganismos y fertilización en la biorremediación y fitorremediación de suelos con petróleos crudo nuevo e intemperizado. *Universidad y Ciencia* 26(2):121-136.

Martínez-Sarao, J. y J. Aviña-Sánchez. 1985. *Eficiencia in vitro de nueve hongos antagonistas a Phytophthora palmivora (Butl) aplicados a fuentes de inoculo primarios y secundarios*. Tesis de ingeniero agrónomo. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Cárdenas.

Mueller, G. y J. Schmit. 2007. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? *Biodiversity Conservation* 16:1-5.

Olmo, M., J. Cifuentes, G. Vidal y E. Rosique, E. 2010. Micromicetos del suelo de una plantación de plátano (*Musa paradisiaca*) en Teapa, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:97-102.

Osorio, M., M. Castelán, L. Hernández y S. Salgado. 2008. Hongos micorrizógenos arbusculares en suelos de sabana de Tabasco. En: *XX Reunión científica-tecnológica forestal y agropecuaria de Tabasco. 22 y 23 de abril del 2008, Villahermosa, Tabasco*. Gobierno del Estado de Tabasco/SAGARPA/INIFAP, pp. 51-60.

Ramírez, A. 2007. *Estudio taxonómico y germinación de esporas de hongos micorrízicos arbusculares en suelos contaminados con hidrocarburos del petróleo*. Tesis de maestría en ciencias. COLPOS, Texcoco.

Rivera, M., R. Ferrera, V. Volke *et al*. 2002a. Poblaciones microbianas en perfiles de suelos afectados por hidrocarburos de Petróleo en el estado de Tabasco, México. *Agrociencia* 36 (2):149-160.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 2002b. Adaptación y selección de microorganismos autóctonos en medios de cultivos enriquecidos con petróleo crudo. *Terra Latinoamericana* 20(4):423-434.

Suárez, A. 1984. *Hongos predatores de nematodos asociados al cultivo del plátano (Musa spp.) en algunas regiones de Tabasco*. Tesis de ingeniero agrónomo con especialidad de parasitología agrícola. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Cárdenas.

Toledo, V. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias* 34:43-57.

Torres-de la Cruz, M. 2006. *Selección de aislamientos de Metarhizium anisopliae (Metsch) Sorokin, para el manejo del salivazo de la caña de azúcar en Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias. COLPOS, Cárdenas.

Varela, L. y D. Trejo. 2001. Los hongos micorrizógenos arbusculares como componentes de la biodiversidad del suelo en México. *Acta Zoológica Mexicana*, número especial 1:39-51.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Colección de hongos del herbario UJAT

Silvia Cappello García y José Edmundo Rosique Gil

Introducción

Las colecciones científicas son posiblemente el acervo más importante para conocer la biodiversidad, son como la biblioteca de la vida. La importancia de su estudio es irremplazable, ya que son un banco de datos o un centro de documentación.

Una colección científica brinda la oportunidad de regresar a los organismos cuantas veces sea necesario, tomarles medidas y, en algunos casos, hacer observaciones microscópicas, entre otros. Además, permiten tener evidencia física de formas de vida extintas; en este sentido, dada la crisis de biodiversidad de las últimas décadas su importancia es cada vez más relevante.

El establecimiento de la ciencia como paradigma para conocer y entender el entorno trajo consigo el desarrollo de métodos específicos para hacer colecciones y crear disciplinas que permiten conocer, ordenar, nombrar y descubrir el contexto estructurado de los organismos que en ellas están contenidos: la taxonomía y, más recientemente, la sistemática. Alrededor del mundo, las colecciones científicas albergan más de 300 años de trabajo sistemático, más de 3 mil millones de ejemplares y entre 2 y 30 millones de especies ((Martínez-Meyer 2005).

Para que sea útil la información de las colecciones científicas no sólo es importante saber cómo muestrear ni a dónde ir, qué colectar o cómo obtenerlo, también es necesario tener conocimiento de cómo prepararlo, conservarlo, mantenerlo, organizarlo, integrarlo y sistematizarlo. De esta manera se puede saber qué hubo y qué hay, y con esto establecer el estado de conservación de los ecosistemas, las especies y las tendencias generales de cambios en el tiempo, información importante para la toma de decisiones.

Historia

La colección de hongos de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) comenzó en 1984, cuando la licenciatura en Biología incluía la asignatura de Micología en el cuarto semestre, con 100 ejemplares de las primeras colectas de los alrededores de la ciudad Villahermosa y los principales parques, como del Parque Museo de La Venta, de las orillas de la Laguna de las Ilusiones, de los ríos Carrizal y Grijalva, después del Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka', con lo que aumentó a 500 especímenes. Posteriormente, con proyectos de investigación y tesis realizadas en diferentes localidades de Tabasco, se incrementó el acervo de la colección a 5 mil, de éstos, la información de 2 mil está capturada en una base de datos y fueron incorporados a la colección, el resto se encuentra en proceso de captura.

Además de los 5 mil ejemplares de la colección de hongos, ahora se cuenta con una colección de micromicetos obtenidos del suelo, hojarasca, acuáticos de agua dulce y arenícolas, además de un acervo importante de líquenes.

Acervo

La colección de hongos macroscópicos ocupa instalaciones adecuadas que garantizan la conservación de los materiales y su consulta por parte de investigadores y estudiantes que lo soliciten (figura 1).

Según el espécimen, los hongos se guardan en cajitas de cartón o sobres de papel, y estos dentro de grandes cajas de cartón en orden taxonómico en armarios tipo herbario, lo que además de conservarlos

Cappello-García, S. y E. Rosique-Gil. 2019. Colección de hongos del herbario UJAT. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 190-193.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Colección de hongos del herbario UJAT. Foto: Silvia Cappello García.

Figura 2. Material organizado taxonómicamente. Foto: Silvia Cappello García.

hace más fácil su consulta y estudio (Cappello-García 2010; figura 2). Los ejemplares muy grandes, están fuera de las cajas, en armarios abiertos e independientes, únicamente con su etiqueta. En la caja o sección que corresponde a la colección se indica la existencia de tales especímenes (figura 3).

Asimismo, se cuenta con un tarjetero con todos los géneros ordenados alfabéticamente, en el cual se indica la familia y el número del armario en el que está cada género. El local en donde se encuentra la colección de macromicetos tiene control de humedad para evitar el desarrollo de plagas. Los hongos también se mantienen en un cepario, formado por cultivos de los hongos que pueden crecer en medios artificiales dentro de tubos de ensayo, y mantenidos a baja temperatura (figura 4). Además, se tienen colecciones anexas de laminillas, fotografías y microfotografías ordenadas taxonómicamente y referenciadas en la base de datos general de la colección de hongos del herbario (figura 5).

Figura 3. Armarios en los que se deposita la colección. Foto: Silvia Cappello García.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

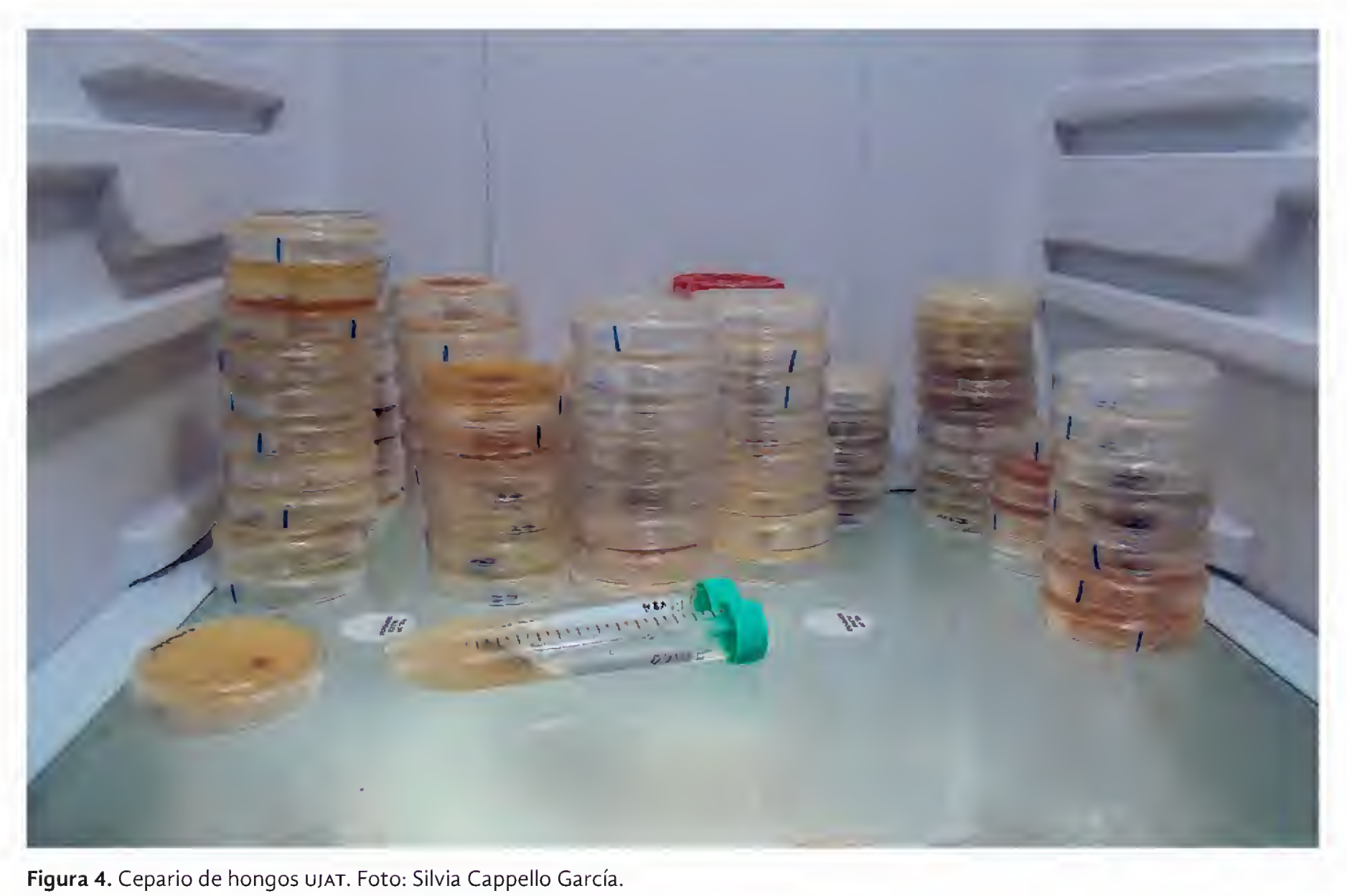


Figura 4. Cepario de hongos UJAT. Foto: Silvia Cappello García.

Figura 5. Colección de laminillas de hongos microscópicos. Foto: Silvia Cappello García.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La colección mantiene intercambios con varios especialistas nacionales, así como con los herbarios y colecciones a su cargo. En el caso de macromicetos, con el Dr. Joaquín Cifuentes Blanco de la Facultad de Ciencias de la UNAM, el Dr. Gastón Guzmán del INECOL, y el M. en C. Ricardo Valenzuela de la Escuela de Ciencias del IPN. Para los micromicetos, con la Dra. Gabriela Heredia del INECOL, y la Dra. María del Carmen González Villaseñor del Instituto de Biología de la UNAM.

Servicio

La representación de especímenes con que cuenta la colección de hongos de la DACBiol-UJAT, sobre la diversidad fúngica de Tabasco y de otros lugares cercanos como Chiapas y Campeche, la convierte en una referencia obligada para cualquier estudio de la micología de esta entidad y del país. Tiene como compromiso el préstamo de material para estudio a los herbarios que lo solicitan, o los espacios necesarios para los visitantes nacionales o extranjeros que llegan a revisar la colección. Además gran cantidad de estudiantes ha llevado a cabo su servicio social o tesis con la ayuda de dicho acervo.

Vínculos

Desde los inicios de la colección de hongos en 1984, y su continuación con la creación del cepario, se han mantenido relaciones estrechas con las diferentes investigaciones de la DACBiol-UJAT, ya que se estableció como norma que todos los hongos aislados en cepas tuvieran un representante (Cappello-García y Hernández-Trejo 2000). Los hongos colectados por el personal de la colección y que se identifican como comestibles son entregados al laboratorio de micología y cepario, con el fin de obtener cepas para investigaciones posteriores en las líneas básica y aplicada. La colección también tiene vínculos con otras instituciones de educación superior e investigación, y productores de hongos comestibles y medicinales, en las que se pueden depositar las cepas o los hongos herborizados.

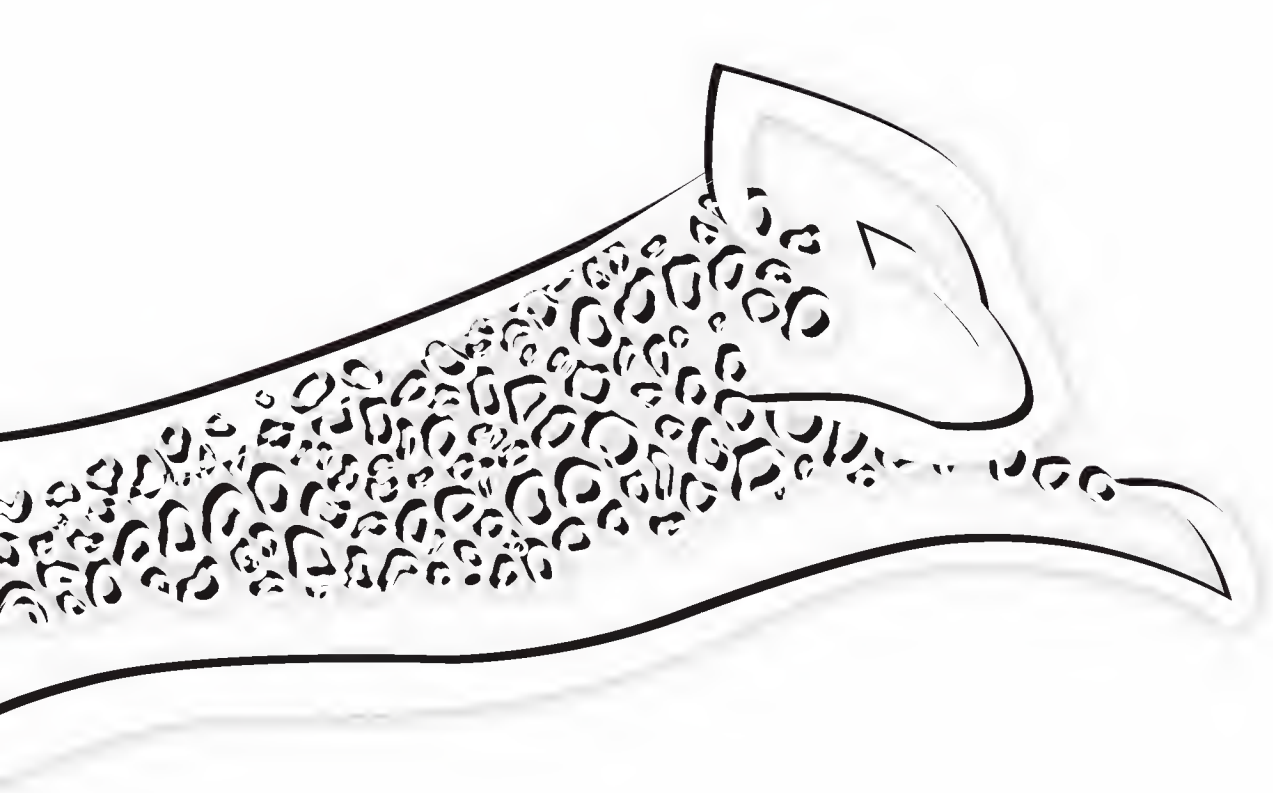
Referencias

Cappello-García, S. 2010. *Cuaderno didáctico de morfología, técnicas de colecta, preservación e identificación de hongos tropicales*. DACBiol-UJAT, Villahermosa.

Cappello-García, S. y H. Hernández-Trejo. 2000. La colección de los hongos del herbario de la División Académica de Ciencia Biológicas UJAT. *Kuxulkab'* 5(11):44-46.

Martínez-Meyer, E. 2005. Las colecciones científicas: eje del conocimiento de la biodiversidad. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:4-5.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Helechos (Pteridofitas)

Miguel Alberto Magaña Alejandro, Artemio Álvaro Torres y Graciela Beauregard Solís

Descripción

Los helechos son un grupo de plantas que se caracterizan por no presentar flores y no producir semillas, además de ser de las primeras plantas terrestres que poseen un sistema de conducción vascularizado. Se reproducen por medio de esporas, las cuales necesitan agua para completar su ciclo biológico. Son notables por sus hojas (frondes) y, en la mayoría de las especies, el tallo es subterráneo. Se reproducen de forma muy particular al presentar alternancia de generaciones, es decir, dos ciclos de reproducción (figura 1), siendo una fase asexual en la que solo se da una división mitótica, la otra fase es sexual donde hay una fusión de gametos masculinos y femeninos (Mandt 2001).

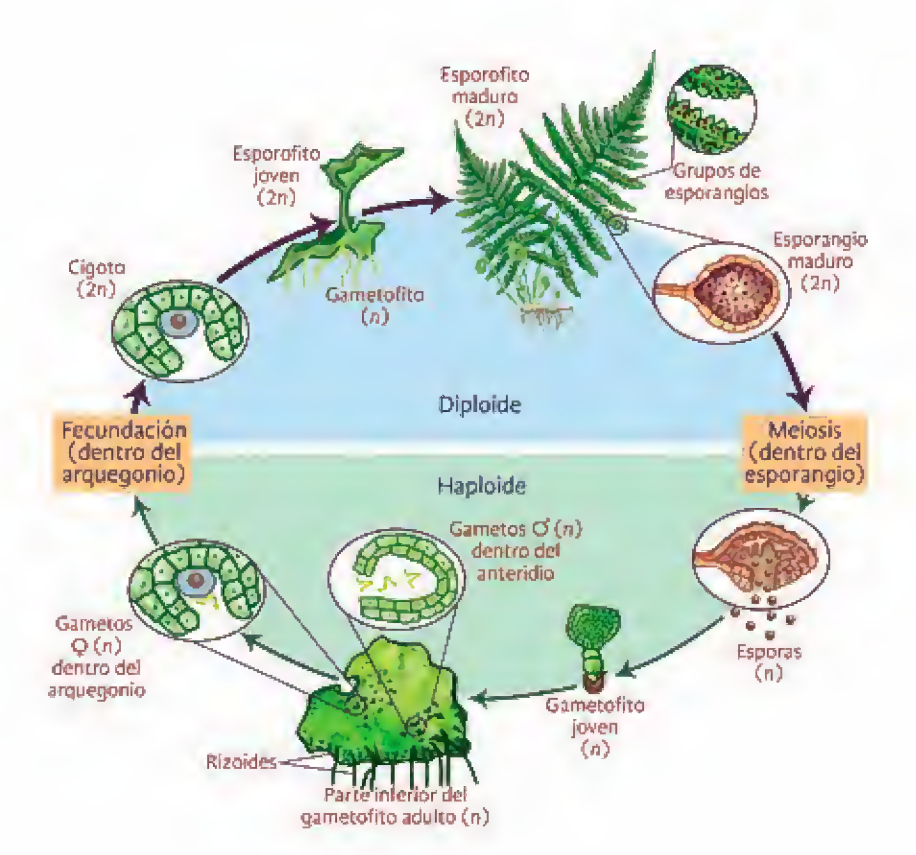


Figura 1. Ciclo de vida de un helecho en el que se observa la alternancia de generaciones. Fuente: elaboración propia.

Una vez que llegan al momento de reproducción, en algunas frondes se generan los cuerpos reproductores (denominados soros) donde están los receptáculos de esporas (llamados esporangios). La forma en que los soros se sitúan en las frondes suele ser una característica de cada especie, y el conocimiento del estado de madurez de los esporangios es de gran ayuda para su reproducción. Hay algunos helechos que producen dos tipos de esporas, sobre todo los acuáticos. Las microsporas, que al germinar forman estrictamente un gametofito masculino que producen anteridios; y las megasporas, que son más grandes que las anteriores, desarrollan un protalo femenino que lleva arqueogonios. Los dos tipos de esporas deben de encontrarse muy cerca para que pueda ocurrir la fertilización (Mendoza-Ruiz y Pérez-García 2009).

Diversidad

Según la UICN (2004), en el mundo existen cerca de 13 025 especies de pteridofitas; para México Mickel *et al.* (2004) reportan 1 067 especies. En Tabasco los helechos han sido estudiados desde hace un siglo por Rovirosa (1909), Cowan (1983), Magaña (1992), Guerrit *et al.* (1995), Gaspar (2002) y Alvaro (2010) (apéndice 16). Las contribuciones que dan cuenta de las pteridofitas existentes en el estado hasta ahora permiten decir que este grupo de plantas está constituido por 183 especies que pertenecen a 52 géneros y 21 familias. La mayor diversidad se encuentra en el género *Thelypteris* con 20 especies, *Asplenium* con 18, *Adiantum* con 15, *Polypodium* con 11, y *Trichomanes* con 10.

Los municipios con más especies son Huimanguillo (87), Teapa (68), Tacotalpa (56), Macuspana (38), Cárdenas (19) y Tenosique (12), en el resto de los

Magaña Alejandro, M.A, A. Álvaro Torres y G. Beauregard-Solís. 2019. Helechos (Pteridofitas). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 195-198.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

municipios se reportan menos de 10 especies en cada uno. En Tabasco, las especies de pteridofitas están distribuidas en mayor abundancia dentro de la subprovincia Sierra Norte de Chiapas, principalmente en la selva alta perennifolia, la selva mediana subperennifolia y el bosque mesófilo de montaña. También existen dentro de la subprovincia Llanura y Pantanos Tabasqueños, pero en menor proporción, y se localizan en la vegetación riparia, potreros, sabanas, vegetación hidrófita, selva mediana inundable, vegetación secundaria y manglar (figuras 2 y 3).

Distribución

Este grupo de plantas se distribuyen en una gran diversidad de ambientes, desde las diferentes zonas tropicales hasta los polos, así como en altitudes que van desde los 0 hasta los 3 000 msnm (Pattison 1984). Los géneros *Adiantum, Asplenium* y *Thelypteris* se localizan en zonas ecuatoriales y tropicales húmedas, mientras que *Blechnum, Nephrolepis* y *Pteris* son de regiones tropicales y subtropicales.

Los helechos crecen en diferentes condiciones de temperatura, humedad relativa e iluminación, por lo que se pueden encontrar en diferentes sitios y tipos de vegetación (Magaña 1992). En ese sentido, y de acuerdo con su hábitat, los helechos de Tabasco se clasifican como se muestra en el cuadro 1.

Importancia cultural y económica

A escala mundial, los helechos son utilizados por el ser humano de diferentes maneras, su principal uso es el ornamental, para confeccionar artesanías y muebles, así como un uso medicinal y, en algunos casos, como alimento (Magaña 1992). Debido a la belleza de su follaje se han hecho populares tanto en arreglos florales (confección de ramos, centros y composiciones florales), como en jardines y plantas de interior.

Figura 2. *Cyclopeltis semicordata* helecho típico de selva que crece sobre el tronco de un árbol. Foto: Miguel Alberto Magaña Alejandro.

Figura 3. *Acrostichum danaefolium* que crece a orillas de un cuerpo de agua. Foto: Miguel Alberto Magaña Alejandro.

Cuadro 1. Clasificación de los helechos en Tabasco.

Tipo	Características	Especies
Acuáticos	Crecen exclusivamente en el agua	*Salvinia auriculata, S. minima* y *Azolla caroliniana*
Terrestres	Se localizan dentro o fuera de diferentes masas vegetales, su ubicación depende de la cantidad de iluminación y, en algunos casos, prosperan en tierra firme con abundante materia orgánica	*Thelypteris* spp. *Adiantum* spp. y *Sphaeropteris* spp.
Ripícolas	Se desarrollan a la orilla de corrientes de agua, principalmente en arroyos no muy anchos para aprovechar la sombra y no ser arrastrados por las corrientes	*Polypodium madrense* y *Hemionitis palmata*
Rupícolas	Crecen adheridos a las ranuras de las rocas, ya que buscan el sustrato para subsanar sus necesidades de agua y nutrientes	*Pecluma consimilis, Cheilanthes mickelii* y *Campyloneurum xalapanse*
Epifitos	Se encuentran adheridos a los árboles debido a que han desarrollado diferentes mecanismos para soportar la deficiencia de agua, como es la formación de rizomas suculentos para su almacenamiento	*Asplenium minimum, Campyloneurum* spp. y *Elaphoglossum erinaceum*

Fuente: Magaña 1992.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

De acuerdo con Rovirosa (1978), Magaña (1992) y Gaspar (2002), en Tabasco existen especies que son usadas con fines económicos, tal es el caso de *Lygodium venustum* y *L. heterodoxum,* que son utilizadas con objetivos artesanales, principalmente en cestos, maceteros o canastos; *Phlebodium aureum* para golpes internos; las especies *Thelypteris ghiesbreghtii, Asplenium formosum* y *Microgramma licopodioides* como antifebriles, abortivos y anestésicos; y los géneros *Cyathea* y *Sphaeropteris* son utilizados como medicinas para contrarrestar problemas renales (figura 4). Recientemente los tallos de estos géneros son utilizados como sustrato (maquique) para sembrar diferentes plantas epifitas, principalmente orquídeas, y como material de construcción. Es importante mencionar que con el indiscriminado deterioro de su hábitat, muchas de las especies se encuentran amenazadas.

Situación actual y estado de conservación

Dentro de los límites territoriales de México se encuentran 191 especies endémicas o restringidas (Riba 1998), nueve de ellas se distribuyen en el estado, lo que conforma 4.7% del total nacional. Estas especies son *Adiantum fructuosum, Asplenium hesperium, A. minimum, A. soleirolioides, Bolbitis hastata, Cheilanthes mickelii, Polypodium madrense, P. pyrrholepis* y *Pteris chiapensis* (Gaspar 2002).

Del total de helechos reportados para Tabasco, siete especies se registran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, consideradas en la categoría en peligro de extinción, ya que su área de distribución y el tamaño de sus poblaciones a nivel nacional han disminuido de manera drástica, provocando que no se puedan hallar fácilmente. Las especies en estas condiciones son: *Adiantopsis radiata, Cyathea costaricensis, C. myosuroides, C. schiedeana, Polypodium triseriale* (figura 5), *Schizaea elegans* y *Sphaeropteris horrida*.

Amenazas

Las principales amenazas a la diversidad pteridológica del estado son la modificación y la destrucción de los hábitats, la contaminación de suelo y agua, la sobreexplotación legal e ilegal de las especies y el cambio climático. No obstante, la principal causa es la destrucción masiva de las selvas del estado en las que hay pérdida de cobertura vegetal derivada del cambio de uso del suelo. Esto es ocasionado por el desarrollo inadecuado de actividades agrícolas, ganaderas, urbanas e industriales, entre otras, lo que ha propiciado que muchas especies se encuentren amenazadas o en peligro de extinción, principalmente los helechos arborescentes (que crecen a orillas de selvas) de donde algunas personas obtienen el maquique para elaborar artesanías o cultivar algunas plantas.

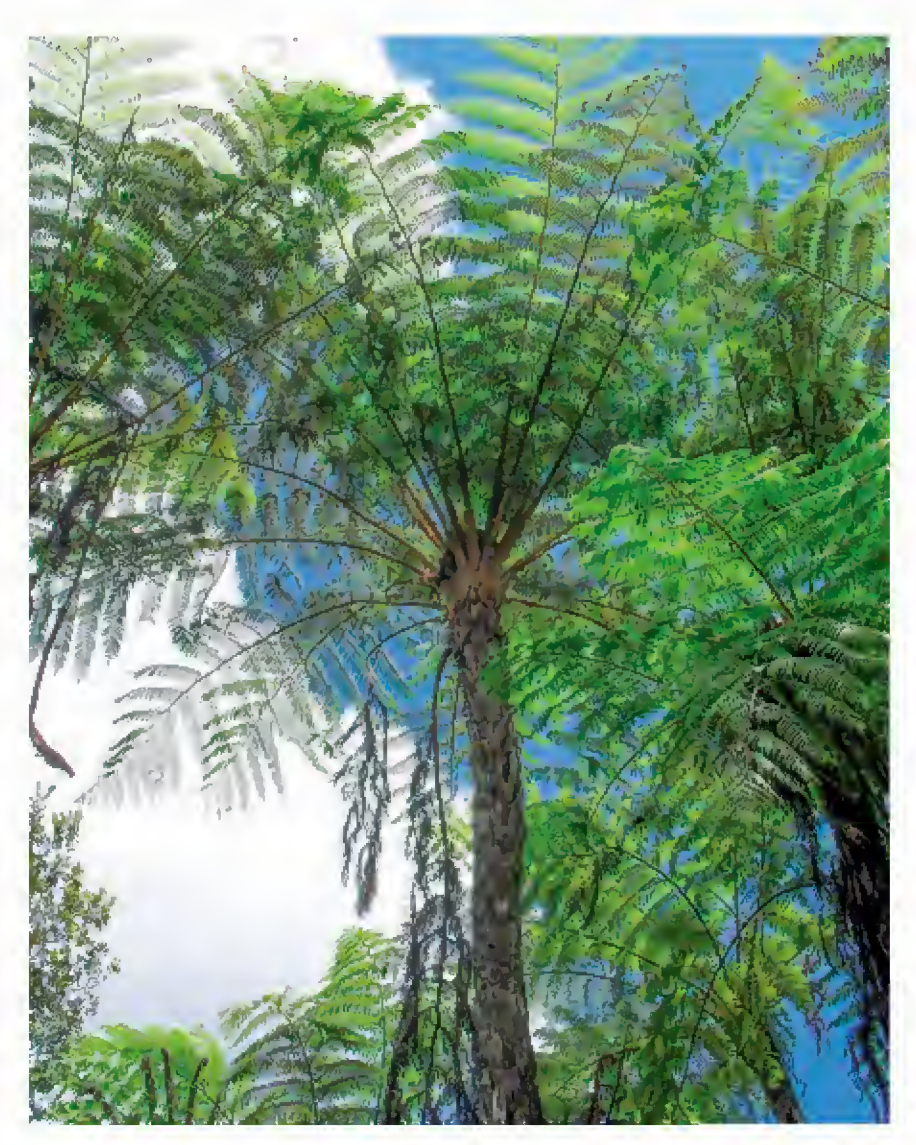


Figura 4. *Sphaeropteris horrida* que crece en un bosque mesófilo. Foto: Miguel Alberto Magaña Alejandro.

Figura 5. Calaguala (*Polypodium triseriale*) que crece sobre la palma sabal. Foto: Miguel Alberto Magaña Alejandro.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El maquique es un buen sustrato para el cultivo de orquídeas, bromelias, helechos y otras plantas epifitas (que crecen sobre otras plantas), ya que conserva la humedad por mucho tiempo, tiene buen drenaje y se descompone lentamente (Palacios-Ríos 2002). *Sphaeropteris* es el género más usado en Tabasco: las plantas son extraídas únicamente de sitios naturales (cada vez más perturbados y destruidos) y una vez que han sido cortadas no se pueden regenerar, por lo que todas las especies de helechos arborescentes están en declive, sobre todo porque todavía no existen cultivos o proyectos de reforestación. El maquique es vendido por comerciantes ambulantes por las calles o en las afueras de algunos centros comerciales.

Conclusión y recomendaciones

Los helechos de Tabasco representan 5.5% de las especies de la flora de Tabasco y 17.4% de los existentes en el país. Son un grupo importante de plantas que se distribuyen, principalmente, hacia los lugares más conservados del estado, donde aún existe parte de la vegetación original; se pueden encontrar acuáticos, terrestres y epifitos.

La mayoría de las especies que hay en el estado son silvestres; sin embargo, muchas han sido utilizadas como plantas ornamentales, ya que se observan en viveros y jardines de la entidad.

La mayoría de los helechos de Tabasco se localizan en los municipios Huimanguillo, Macuspana y Teapa, que se caracterizan por tener una fisiografía de lomeríos y sierra, precipitaciones por arriba de los 2 500 mm al año, altitudes de 40 a 1 000 msnm y vegetación natural de selva.

Teniendo en cuenta que estas especies viven principalmente en selvas y prefieren condiciones muy húmedas, se recomienda no seguir deforestando las selvas o los lugares con vegetación conservada y densa, debido a que son espacios en los que se desarrollan mejor estas especies; además, con los cambios en los ecosistemas, no solamente perturbaría la existencia de flora pteridológica, sino que la extinguiría, y con ella se perderían muchas especies con alto potencial ornamental o medicinal. Por otro lado, es importante la búsqueda de alternativas de reproducción de estas especies, a pesar de que presentan alternancia de generaciones.

Referencias

Alvaro, T.A. 2010. *Germinación de esporas del helecho Sphaeropteris horrida (Liebm.) Roxb. con fines de conservación*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Cowan, P.C. 1983. *Flora de Tabasco. Listado florístico de México I*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Gaspar, G.J.A. 2002. *Las pteridofita silvestres del estado de Tabasco y su potencial ornamental*. Tesis de licenciatura. UACH, México.

Guerrit, D., M. Sousa, S. Knapp *et al.* 1995. *Flora mesoamericana. Vol. I. Psilotaceae a Salviniaceae*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Magaña, A.M.A. 1992. *Helechos de Tabasco*. UJAT, Villahermosa.

Mandt, D. 2001. Ferns. The american fern society. En: <*https://www.amerfernsoc.org/about-ferns/*>, última consulta: enero de 2018.

Mendoza-Ruiz, A. y B. Pérez-García. 2009. *Helechos y licopodios de México. Vol. 1*. CONABIO/UAM, México.

Mickel J.T. y A.R. Smith. 2004. *The Pteridophytes of Mexico*. Memories of the New York Botanical Garden, Nueva York.

Palacios-Ríos, M. 2002. Proyecto Pteridophyta. Departamento de Biodiversidad y Sistemática. Instituto de Ecología A.C. En: ‹*www.helechos.com.mx*›, última consulta: marzo 2018.

Pattison, G. 1984. *¿Qué es un jardín botánico?* Insituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos, Veracruz.

Riba, R. 1998. Pteridofitas mexicanas: distribución y endemismo. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). UNAM, México, pp: 369-382.

Rovirosa, J. N. 1909. *Pteridografía del sur de México: clasificación y descripción de los helechos de esta región*. Sociedad Mexicana de Historia Natural, México.

——. 1978. *Obras científicas de José N. Rovirosa (1887-1910)*. Sociedad Mexicana de Historia Natural, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2004. Red list of threatened species. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, ultima consulta: marzo de 2018.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Nuestro conocimiento sobre la diversidad de las cícadas (Zamiaceae, Cycadales)

Andrew Peter Vovides Papalouka, Miguel Ángel Pérez Farrera y Carlos Iglesias Delfin

Introducción

Las cícadas son plantas vasculares de un linaje antiguo clasificadas con las gimnospermas. El término gimnospermas viene del griego *gymnós* (γυμνός) y *sperma* (σπέρμα) que quiere decir semillas desnudas, es decir, semillas que carecen de estructuras del ovario que forma el fruto, como en el caso de las angiospermas (plantas con flor). Las semillas de las gimnospermas se desarrollan sobre la superficie de escamas de los estróbilos o conos, o sobre tallos cortos en el caso de los géneros *Ginkgo* y *Podocarpus*. El grupo más numeroso y conocido de las gimnospermas son las coníferas o Coniferales (pinos, cipreses, juníperos, ahuehuetes o sabinos, tejos y otras plantas afines), seguido por las cícadas (Cycadales); *Gnetum*, *Ephedra* y *Welwitschia* (Gnetales). Se calcula que existen alrededor de 947 especies de gimnospermas en el mundo (Earle 2002), pero, algunos autores estiman que su número podría aumenta a 1 000. En México se han registrado alrededor de 127 especies de gimnospermas (Contreras-Medina y Luna-Vega 2007) que incluye 55 cícadas (Osborne *et al.* 2012).

Factores evolutivos

Las cícadas vivientes pertenecen a la división Cycadophyta, la cual consiste de dos órdenes: las Cycadales, en las que se clasifican las cícadas vivientes y extintas, y las Cycadeoidales, ya extintas. La historia fósil de las cicadofitas data de más de 200 millones de años (figura 1), es decir, durante el periodo Pérmico y quizás el Carbonífero de la era Paleozoica tardía (Gao y Thomas 1989, Norstog y Nicholls 1997). Se piensa que el grupo se originó de algún linaje de pteridospermas (helechos con semilla ya extintos), probablemente de la familia Medullosaceae del Carbonífero debido a ciertas similitudes en las estructuras reproductivas (Stewart 1951), morfológicas y anatómicas (Bierhorst 1971). Estas estructuras han cambiado muy poco desde el Paleozoico (Foster y Gifford 1974, Brenner *et al.* 2003). Las cicadofitas tuvieron su apogeo durante la era Mesozoica en el periodo Jurásico (hace 160 millones de años) cuando formaban parte importante de la flora del planeta y existían junto con los dinosaurios. Al finalizar el Mesozoico, durante el término del Cretácico (hace 65 millones de años), se extinguieron en su totalidad las Cycadeoidales y la mayoría de las Cycadales, y quedaron únicamente algunos miembros del orden que diversificaron durante el terciario para producir las cícadas hoy conocidas (figura 1). Por lo tanto, las cícadas vivientes junto con *Ginkgo* se consideran las plantas con semillas más primitivas vivientes que se conocen (Brenner *et al.* 2003, Hermsen *et al.* 2006). Cabe mencionar que la gimnosperma *Ginkgo* (orden Ginkgoales) también tiene una larga historia fósil, quizás desde el Paleozoico y, junto con las cícadas, son las plantas con semilla únicas que tienen el atributo ancestral de espermatozoides móviles (Norstog y Nicholls 1997).

De manera evolutiva, las cícadas han ocupado un lugar intermedio entre las especies vegetales ancestrales, como los helechos de semilla extintos (pteridospermas), los helechos actuales menos evolucionados, y especies modernas, como las plantas con flores (Brenner *et al.* 2003). No obstante, de acuerdo con información molecular, las especies vivientes actuales de cícadas son de evolución relativamente reciente; es decir, desde hace unos 12 millones de años, y se rediversificaron durante el periodo Terciario (Mioceno tardío) para producir las especies de hoy (Treutlin y Wink 2002, Nagalingum

Vovides, A.P., M.Á. Pérez-Farrera y C. Iglesias. 2019. Nuestro conocimiento sobre la diversidad de las cícadas (Zamiaceae, Cycadales). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 199-216.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

et al. 2011). Las especies actuales (mismas que existieron durante el Paleozoico y Mesozoico) no son literalmente fósiles vivientes; sin embargo, son las pocas especies que a escala mundial ocupan una posición basal en el árbol filogenético de las plantas con semilla (Crane 1988, Loconte y Stevenson 1990). Por lo tanto, las cícadas desempeñan una función importante para el conocimiento de la evolución de las plantas con semilla, y es una fortuna contar con descendientes de este linaje antiguo que ha mantenido caracteres ancestrales.

Descripción

Las cícadas tienen una semejanza superficial con las palmas o helechos, pero no tienen ninguna relación botánica entre sí. Se presentan con sexos separados (dioicas), es decir, plantas masculinas y femeninas que producen estróbilos o conos femeninos (de semillas) y masculinos o polínicos (de polen; figuras 2 y 3 respectivamente). Se caracterizan por tener hojas pinnadas como las de las palmeras y siempre verdes en forma de penachos o coronas terminales, por lo que a menudo se confunden con las palmas. Generalmente, las hojas son correosas, con textura de cuero, y las pinnas o folíolos de la mayoría de *Zamia* presentan dientes marginales; en *Ceratozamia* estos dientes son ausentes. Los tallos son gruesos con abundante almidón en la corteza y médula, y con muy poco tejido leñoso, conocidos como tallos paquicaules. En *Zamia* los tallos son generalmente subterráneos con

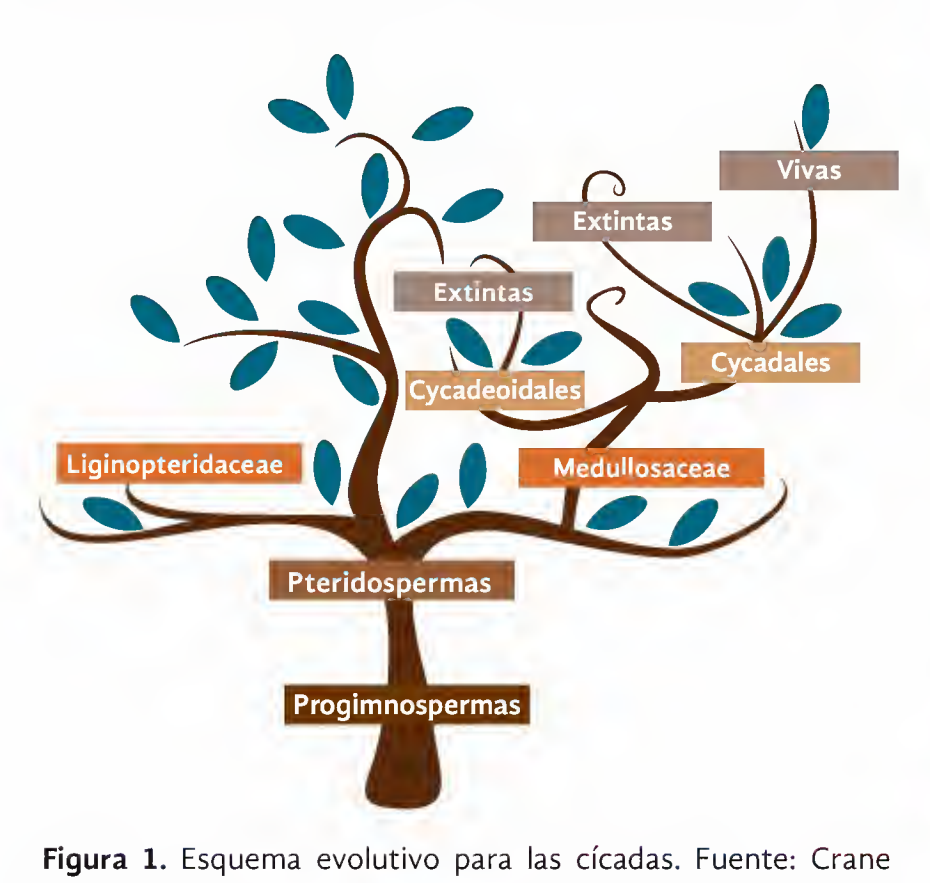


Figura 1. Esquema evolutivo para las cícadas. Fuente: Crane 1988.

Figura 2. Cono femenino joven de *Zamia cremnophila*. Foto: Andrew Vovides.

Figura 3. Conos masculinos (polínicos) de *Zamia loddigesii*. Foto: Phil Brewster.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

semejanza a una zanahoria o nabo; mientras que en *Ceratozamia* son parcialmente subterráneos, globosos o subglobosos con bases persistentes de los pecíolos de las hojas sólo en la parte superior del tallo. Los tallos de las cícadas pueden ser arborescentes de hasta 10 m de alto o más, como el chicalite de Oaxaca (*Dioon spinulosum*), o con estatura menor, que va de unos centímetros a 1 m de alto, con lo que ocupan estratos herbáceos de sotobosques como la mayoría de *Zamia* y *Ceratozamia* (Vovides *et al*. 1983).

Distribución y diversidad

En el mundo existen tres familias de cícadas: Cycadaceae, Stangeriaceae y Zamiaceae; en conjunto abarcan alrededor de 320 especies (Johnson 1959, Osborne *et al*. 2012). Su distribución actual se da en las regiones tropicales y subtropicales, incluyendo a América, África, Asia, Australia, las islas del Pacífico y las Antillas Mayores en el Caribe. A escala mundial, México ocupa el segundo lugar en diversidad de cícadas, después de Australia (Vovides 2000) y el primer lugar en el neotrópico; además, es hogar de 47% de las especies del hemisferio. Tres géneros de las especies mexicanas pertenecen a la familia Zamiaceae: *Ceratozamia*, *Dioon* y *Zamia,* las cuales están presentes en las vertientes del Pacífico y del golfo de México, así como en el sur y sureste del país. Más de 90% de las especies registradas en el territorio nacional son endémicas. Los géneros *Dioon* y *Ceratozamia* son endémicos a lo que Rzedowski (1993) considera el "Mega-México 2", en el cual la frontera sur de México, por afinidades florísticas, se extiende hasta Nicaragua; sin embargo, las especies del género *Zamia* tienen la distribución más amplia en América, que va desde Georgia y Florida en el sureste de Estados Unidos hasta Bolivia en Sudamérica, incluso en las Antillas Mayores, México y Centroamérica.

En Tabasco se conocen dos especies de los géneros *Ceratozamia* y cuatro especies de *Zamia*, y se distribuyen principalmente en las montañas del sur del estado al colindar con Chiapas. Solo existe una especie endémica: *Zamia cremnophila* de la sierra Madrigal, que comparte hábitat con *Ceratozamia becerrae*, una especie restringida a las montañas del norte de Chiapas y la sierra Madrigal (Vovides *et al*. 2003a).

En Tabasco, los tipos de vegetación en donde existen las cícadas son bosques tropicales perennifolios y subperennifolios, así como vegetación secundaria y potreros en donde también se encuentra *Zamia loddigesii* y *Z. prasina* (cuadro 1). Los mapas de distribución fueron generados con datos que se obtuvieron de ejemplares de herbarios nacionales y extranjeros, así como de la colección nacional de cícadas del jardín botánico Francisco Javier Clavijero del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). Esta información, junto con 11 variables fisiográficas, climatológicas y de vegetación potencial, fue procesada por el sistema GARP (‹http://www.lifemapper.org›), que usa datos puntuales (latitud-longitud) y otros digitalizados de atributos ambientales (disponible de la CONABIO) para generar mapas de distribución potencial de las cícadas, que no necesariamente reflejan la distribución actual.

El género *Ceratozamia*

El nombre del género procede del griego *kerato*, que quiere decir cuerno, lo que alude a la terminación de las escamas o esporofilos de los conos en dos aguijones agudos semejantes a cuernos (figura 4). Se conocen

Cuadro 1. Especies de cícadas agrupadas por región, tipo de vegetación y estatus de conservación según la Lista Roja de la UICN 2011, y la NOM-059-SEMARNAT-2010 (letras entre paréntesis).

Especie	Región	Vegetación	Conservación
Ceratozamia becerrae	MS	SAP	EN, (P)
C. miqueliana	MS	SAP	CR, (P)
Zamia cremnophila	MS	SAP	EN, (P)
Z. katzeriana (sinonimia: *Z. splendens*)	MS	SAP, Ac	EN, (P)
Z. loddigesii	N, S, C, E	Ac, Pot	NT, (A)
Z. prasina (sinonimia: *Z. polymorpha*)	E	SMSubP, Pot	CR, (Pr)

Región: C = centro; E = este; MS = montañas del sur; N = norte; S = sur. Vegetación: Ac = acahual; Pot = potrero; SAP = bosque tropical perennifolio; SMSubP = bosque tropical subcaducifolio. Conservación: CR = en peligro critico; EN = en peligro; NT = cercanamente amenazada; (A) = amenazada; (P) = en peligro de extincion; (Pr) = sujeto a proteccion especial. Fuente: Vovides *et al*. 2003a, SEMARNAT 2010, UICN 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

27 especies de *Ceratozamia*, 26 de ellas para México, que incluyen las dos especies de Tabasco (Osborne *et al*. 2012).

Ceratozamia becerrae es endémica a la región sur de Tabasco en la sierra Madrigal y la sierra norte de Chiapas. Se distribuye en pequeños manchones sobre topografía cárstica en selva tropical perennifolia. Tiene afinidad con *C. miqueliana* y *C. zoquorum* de Chiapas, pero es una planta de estatura baja con dos a cinco hojas que alcanzan aproximadamente 1.80 m de largo formando una corona baja y suelta, y la distancia entre foliolos es más grande que en *C. miqueliana*. Es considerada en peligro de extinción (P), aunque su hábitat es de difícil acceso en Tabasco, pero podría verse severamente afectada en corto plazo debido a las actividades humanas e incendios forestales. Se desconoce su nombre común (figuras 5 y 6).

Ceratozamia miqueliana se distribuye en el bosque tropical perennifolio y transición de éste con bosque mesófilo en el sur de Veracruz, desde Los Tuxtlas a Coatzacoalcos; en Chiapas de la Sierra del Norte y Tabasco en su región sur. Las plantas tienen tallos de hasta 30 cm de largo con cinco a 10 o más hojas de aproximadamente 1.8 m de largo y forman una corona arqueada. Dado el grado de deterioro del medio ambiente en esta región, la especie está restringida a

Figura 4. Cono femenino de *Ceratozamia miqueliana*, donde se aprecian aguijones en forma de cuernos en las escamas. Foto: Andrew Vovides.

Figura 5. *Ceratozamia becerrae*. Foto: Andrew Vovides.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

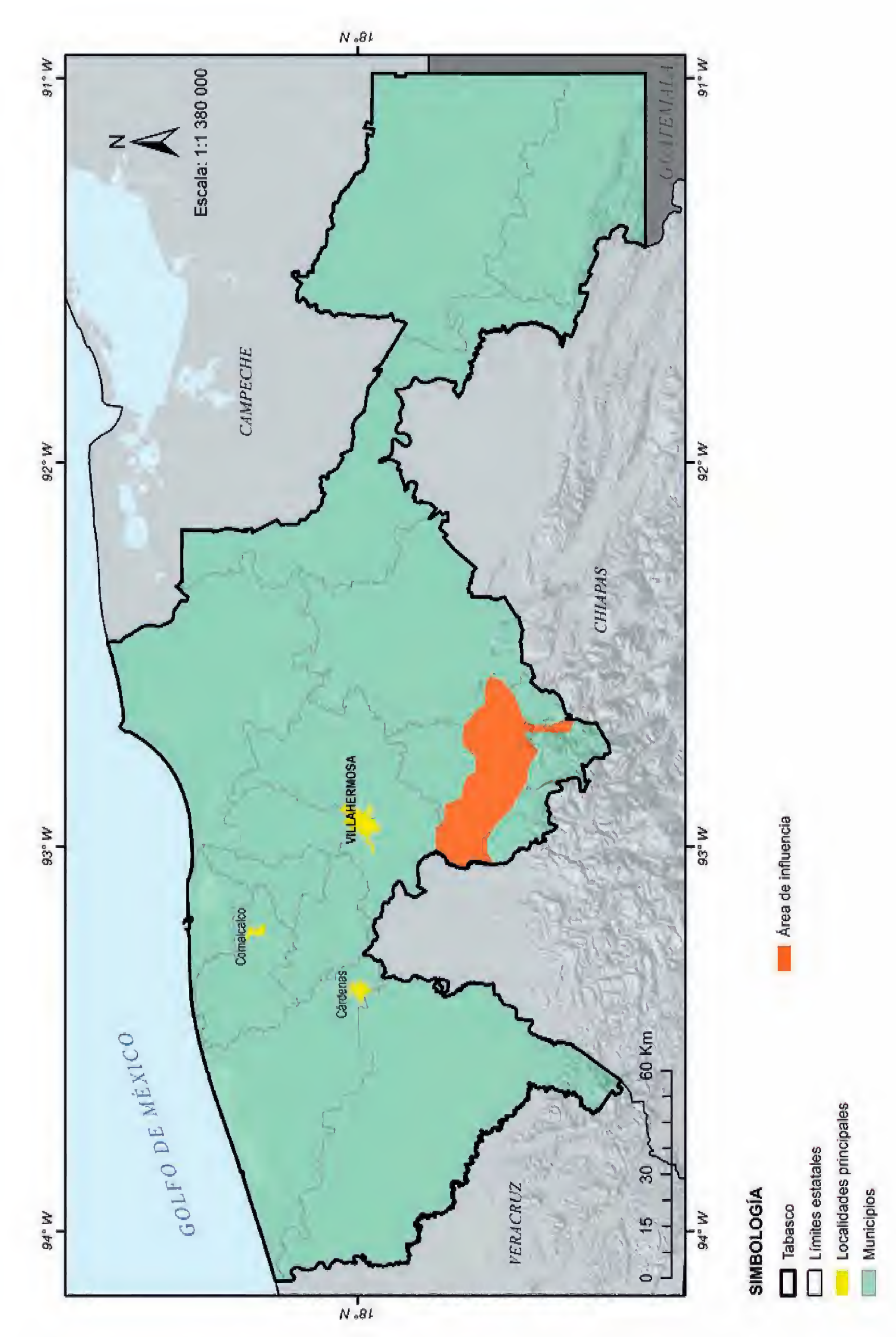


Figura 6. Distribución potencial de *Ceratozamia becerrae*. Fuente: elaboración con datos del método de evaluación de riesgo (MER).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

unos pequeños manchones de selva en el municipio Huimanguillo, en donde comparte hábitat con *Zamia katzeriana*. Es considerada en peligro crítico. El mapa sólo muestra la distribución potencial y posiblemente histórica, pero no la actual. La especie tiene gran valor ornamental y se desconoce el nombre común (figuras 7 y 8). *C. miqueliana* pertenece a un complejo con el mismo nombre de especies afines que incluyen *C. becerrae*, *C. euryphyllidia,* esta última de Veracruz y Oaxaca, y *C. zoquorum* de Chiapas (Vovides *et al.* 2004).

El género *Zamia*

El nombre viene del griego *azaniae* que alude a los conos de las coníferas (Jones 1993) y es el género de cícada con la distribución más extendida en el neotrópico. Con más de 70 especies, es el género más variado de las cícadas neotropicales (Osborne *et al.* 2012). En Tabasco se conocen cuatro especies, todas con tallos subterráneos y foliolos con dientes marginales.

Zamia cremnophila se conoce de la sierra Madrigal en donde es endémica. Crece en los cantiles abruptos en grietas y agujeros en las piedras calizas. Sus hojas son siempre decumbentes o colgantes de hasta 2 m de largo, y los foliolos muy cercanos entre sí, casi imbricados. Es simpátrica con *Zamia katzeriana,* donde ambas especies comparten el mismo hábitat con *Ceratozamia becerrae* en algunos sitios de la sierra. El mapa muestra su distribución potencial en la sierra Madrigal. Está considerada en peligro de extinción (P) por su reducida distribución y población, aunque su hábitat es inaccesible, pero sí puede verse afectada por la extinción en corto plazo por las actividades humanas e incendios (figuras 9 y 10).

Zamia katzeriana (sinonimia: *Z. splendens*). Algunas exploraciones botánicas (Pérez-Farrera 2012) han revelado una distribución más amplia de *Z. katzeriana* que la reportada para el sur de Tabasco por Vovides *et al.* (2003a) para los municipios Macuspana y Teapa; Algunas exploraciones botánicas (Pérez-Farrera 2012) Nicolalde-Morejón *et al.* (2008) localizaron poblaciones en los municipios Huimanguillo

Figura 7. *Ceratozamia miqueliana*. Foto: Andrew Vovides.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

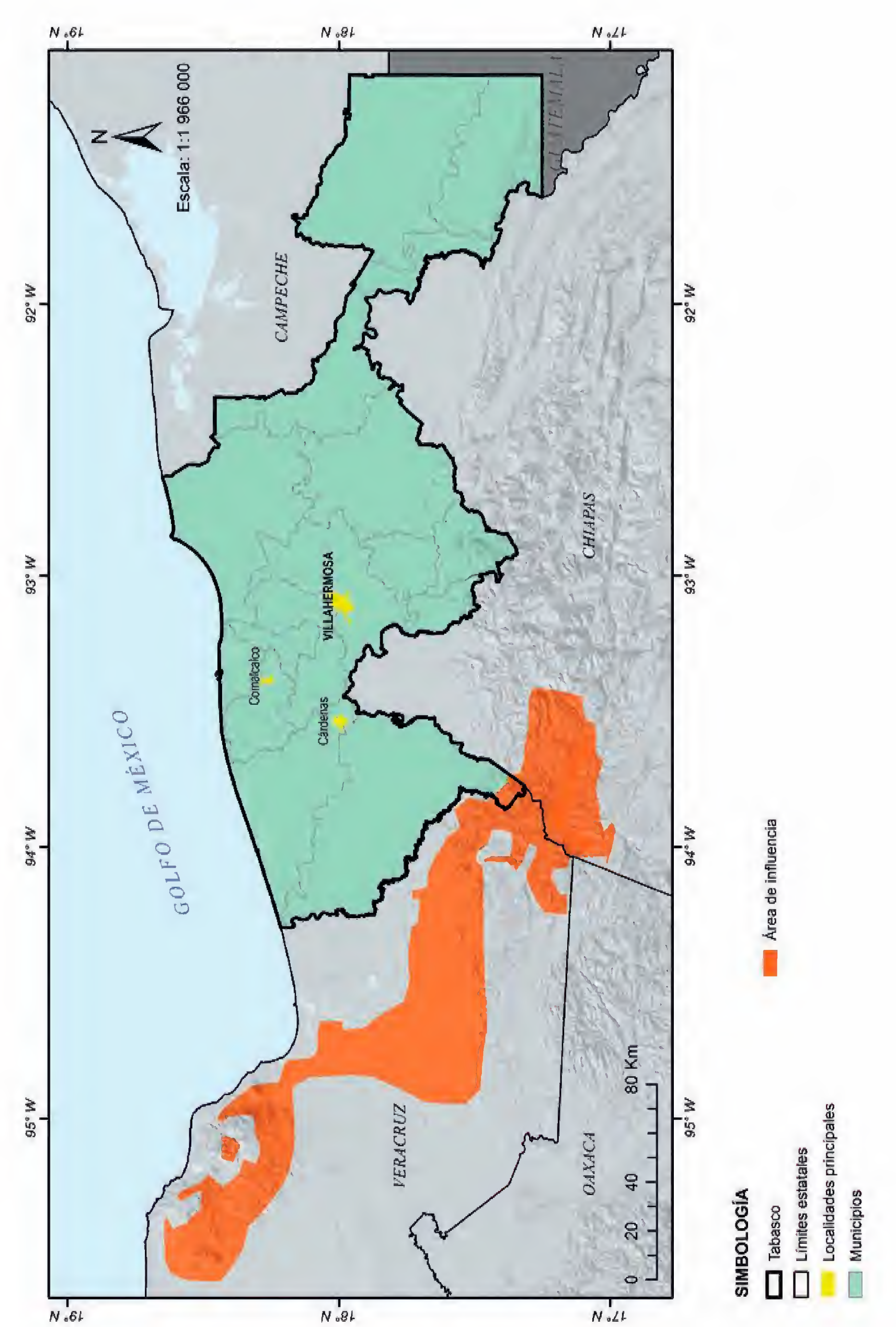


Figura 8. Distribución potencial de *Ceratozamia miqueliana*. Fuente: elaboración con datos del método de evaluación de riesgo (MER).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 9. *Zamia cremnophila*. Foto: Andrew Vovides.

(Tabasco) y Las Choapas (Veracruz). Se conoce que *Z. katzeriana* forma parte del sotobosque de bosques tropicales perennifolios con individuos ampliamente separados entre sí. Se distingue de las demás zamias por el color rojizo de sus hojas emergentes, foliolos anchos y cutícula brillosa. Forma un complejo de especies con el mismo nombre que incluye *Z. purpurea* de Veracruz y Oaxaca, *Z. cremnophila* de Tabasco, así como *Zamia grijalvensis* y *Z. lacandona* de Chiapas. El mapa muestra la distribución potencial y posiblemente histórica, pero no necesariamente la más reciente. Actualmente está en proceso el análisis del estatus de *Z. splendens* y su sinonimia con *Z. katzeriana* basado en nuevas exploraciones y utilizando herramientas morfológicas y genéticas. Se desconoce su nombre común y tiene un gran potencial como planta ornamental (figuras 11 y 12).

Zamia loddigesii. Es la especie con más variación morfológica y ampliamente distribuida en Campeche, Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. Se caracteriza por tener tallos subterráneos, pocas hojas con foliolos variables en tamaño y con dientes marginales. El uso del nombre *Zamia loddigesii sensu lato* se ha reducido debido a investigaciones recientes detalladas; por ejemplo, se consideraba la distribución de *Z. loddigesii* más amplia, incluso en la península de Yucatán y Guatemala (Standley y Steyermark 1958, Vovides *et al.* 1983, Vovides y Olivares 1996), posteriormente fue descrita por Stevenson *et al.* (1995-96) como *Z. polymorpha* para la península, y actualmente es considerada como *Z. prasina* por Calonje y Meerman (2009). Se piensa que *Z. loddigesii* tiene un origen híbrido muy antiguo (Vovides *et al.* 2003b). Habita selvas bajas caducifolias, selvas medianas subperennifolias, encinares y acahuales derivados de estos tipos de vegetación. Por su tallo subterráneo contráctil, persiste en cultivos y potreros por resistir a incendios y el pisoteo del ganado. En estas condiciones no se encuentran con más de una a cuatro hojas por planta. En esta entidad se le conoce como palmiche o amigo del maíz, y tiene usos medicinales, ya que en algunas comunidades campesinas del sureste mexicano se utiliza durante los partos (Vovides *et al.* 1983, Vázquez-Torres *et al.* 1989). El mapa sólo muestra su distribución potencial y no la actual. *Z. loddigesii* comparte muchos caracteres morfológicos, condiciones ecológicas y climatológicas con *Z. paucijuga,* especie afín del vertiente del Pacífico, pero se distingue por el color de los conos femeninos y semillas maduras (figuras 13 y 14).

Zamia prasina (sinonimia *Z. polymorpha*). Esta especie de la península de Yucatán, Quintana Roo, Campeche y el oriente de Tabasco anteriormente fue considerada como *Z. loddigesii*; sin embargo, estas poblaciones muestran morfología foliar con foliolos anchamente lanceolados a elípticos, y conos femeninos más oscuros distintos de las demás poblaciones de *Z. loddigesii*, así como diferencias en número de cromosomas (Vovides y Olivares 1996). Stevenson *et al.* (1995-1996) describieron estas poblaciones de la península y Belice como *Z. polymorpha*. Como resultado de una exploración más reciente en Belice, y al analizar un ejemplar tipo[1] de *Z. prasina* (hasta hace poco desconocido) de W. Bull 1881 en Kew, Londres, Calonje y Meerman (2009) consideran *Z. polymorpha* como *Z. prasina*. Entonces, por la antigüedad del nombre *Z. prasina* (1881), tiene precedente sobre *Z. polymorpha*.

En las planicies cerca de Balancán (Tabasco) se han localizado *Z. prasina* en vegetación secundaria,

[1] Ejemplar de referencia para el nombre de la especie, en este caso, depositado en el Herbario Kew.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

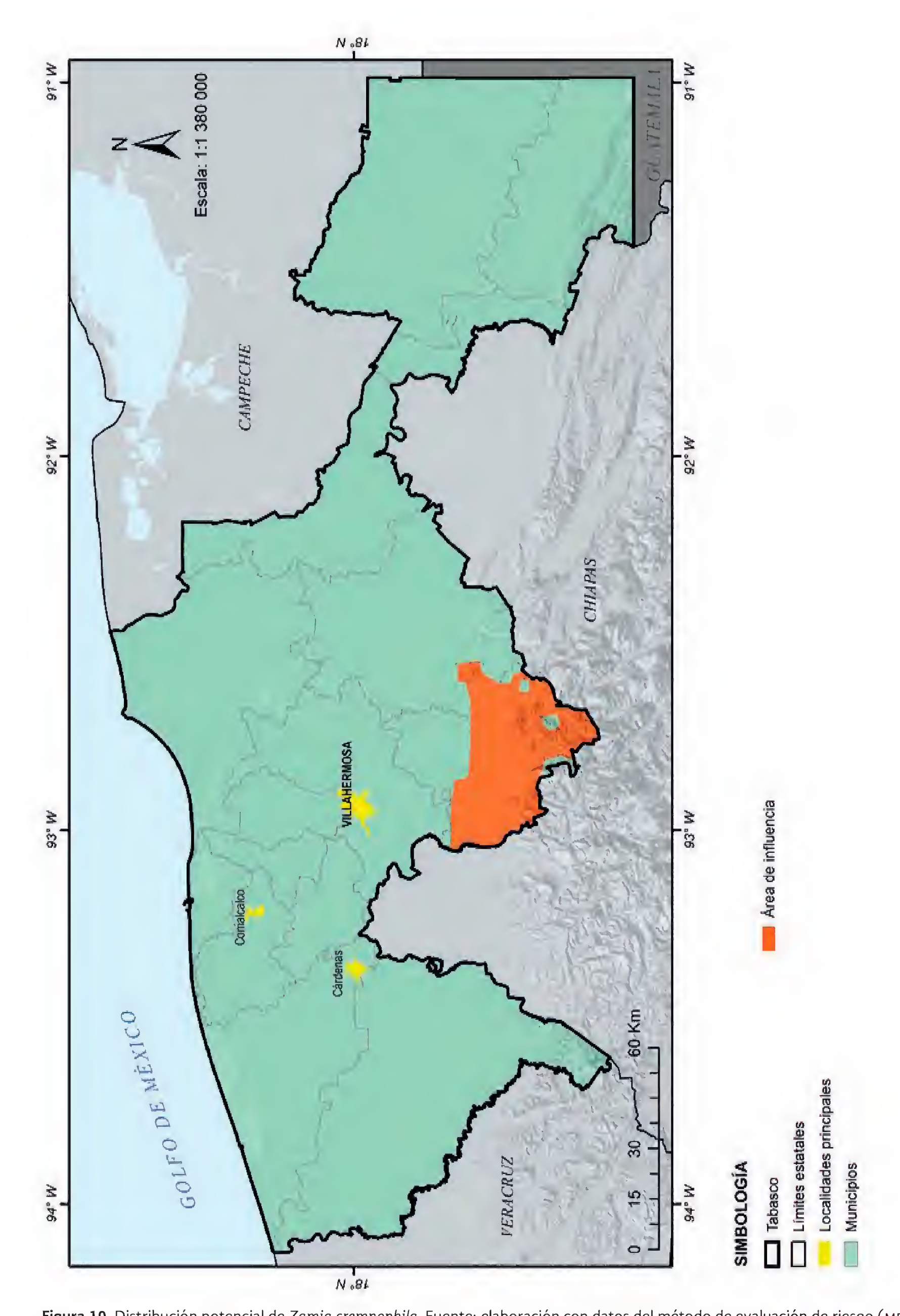


Figura 10. Distribución potencial de *Zamia cremnophila*. Fuente: elaboración con datos del método de evaluación de riesgo (MER).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 11. *Zamia katzeriana* con hoja joven. Foto: Andrew Vovides.

así como en zonas no pantanosas y potreros cerca de Centla. Esta especie se distribuye en la península de Yucatán, Tabasco, la planicie costera del golfo de México, norte de Chiapas (Palenque) y Belice (figuras 15 y 16).

Importancia ecológica, económica y cultural

Existen varios factores biológicos, económicos y culturales que hacen a las cícadas merecedoras de conservación y atención especial. Lo que las hace particularmente interesantes es que, a pesar de sus varios caracteres primitivos limitantes, han sobrevivido como un grupo taxonómico en los ecosistemas modernos, incluso en dunas costeras en Veracruz (México), lugares salobres y manglares en Colombia, y como epífitas en las selvas panameñas. Las cícadas son muy apreciadas como plantas de ornato y de arquitectura de paisaje, motivo por el que se propagan en viveros comerciales, así como que exista saqueo ilegal de ejemplares raras, o de gran edad o tamaño. Culturalmente se han empleado con usos alimenticios, medicinales y durante ritos religiosos por distintos grupos étnicos (Vázquez-Torres *et al.* 1989, Bonta *et al.* 2006, Pérez-Farrera y Vovides 2006).

Factores ecológicos

Como parte del proceso evolutivo, las cícadas han desarrollado atributos contra las amenazas del ambiente tanto de sequías e incendios, como defensas contra la predación por animales y agentes patógenos. *Z. loddigesii* y *Z. prasina* poseen tallos contráctiles que son jalados hacía abajo del nivel del suelo durante su crecimiento, lo que les ayuda a evitar el efecto de los incendios sobre su tallo (Stevenson 1980). Todas las especies de *Dioon* tienen una armadura protectora de las bases persistentes de los peciolos que protege el tallo contra incendios (Chamberlain 1919, Vovides 1990); sin embargo, *Ceratozamia* carece de esta protección, lo que la hace vulnerable a las quemas forestales y a la desforestación dado que es poco tolerante a la luz solar directa (Pérez-Farrera *et al.* 2006).

Todas las cícadas han desarrollado toxinas potentes carcinógenas y neurotoxinas únicas de su grupo (Vega y Bell 1967, Brenner *et al.* 2003), así evitan la predación por herbívoros; sin embargo, existen algunos animales que toleran estas toxinas. Las cícadas contienen las toxinas cicasina y macrozamina (Whiting 1963, Daly *et al.* 2001) con implicaciones biomédicas importantes, dado que contienen el azoxyglicísido MAM que es carcinogénico (Smith 1966) y causa efectos radiomimétricos, es decir, roturas de los cromosomas similares a los que producen los rayos-X (Porter y Teas 1971, Norstog y Nicholls 1997). También está presente la neurotoxina BMAA (N-metilamino-L-alanina), que está asociada a la enfermedad común entre gente de mayor edad en la isla Guam conocida como Litigo-Bodig, que es la esclerosis lateral amiotrófica (ALS) y la demencia parkinsoniana, debido a la ingestión de fécula que proviene de las semillas de *Cycas* (Vega y Bell 1967, Kurland 1988, Sacks 1997, Brenner *et al.* 2007, Cox *et al.* 2007).

Las cícadas también entran en simbiosis con cianobacterias (algas azul-verdes), que fijan el nitrógeno en las raíces modificadas de las cícadas (raíces coraloides que forman masas en la superficie del suelo; Norstog y Nicholls 1997). La aportación de nitratos por parte de las raíces coraloides a los suelos de los ecosistemas pobres de este elemento es considerable, y se estima que se liberan hasta 35 kg de N/ha/año

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

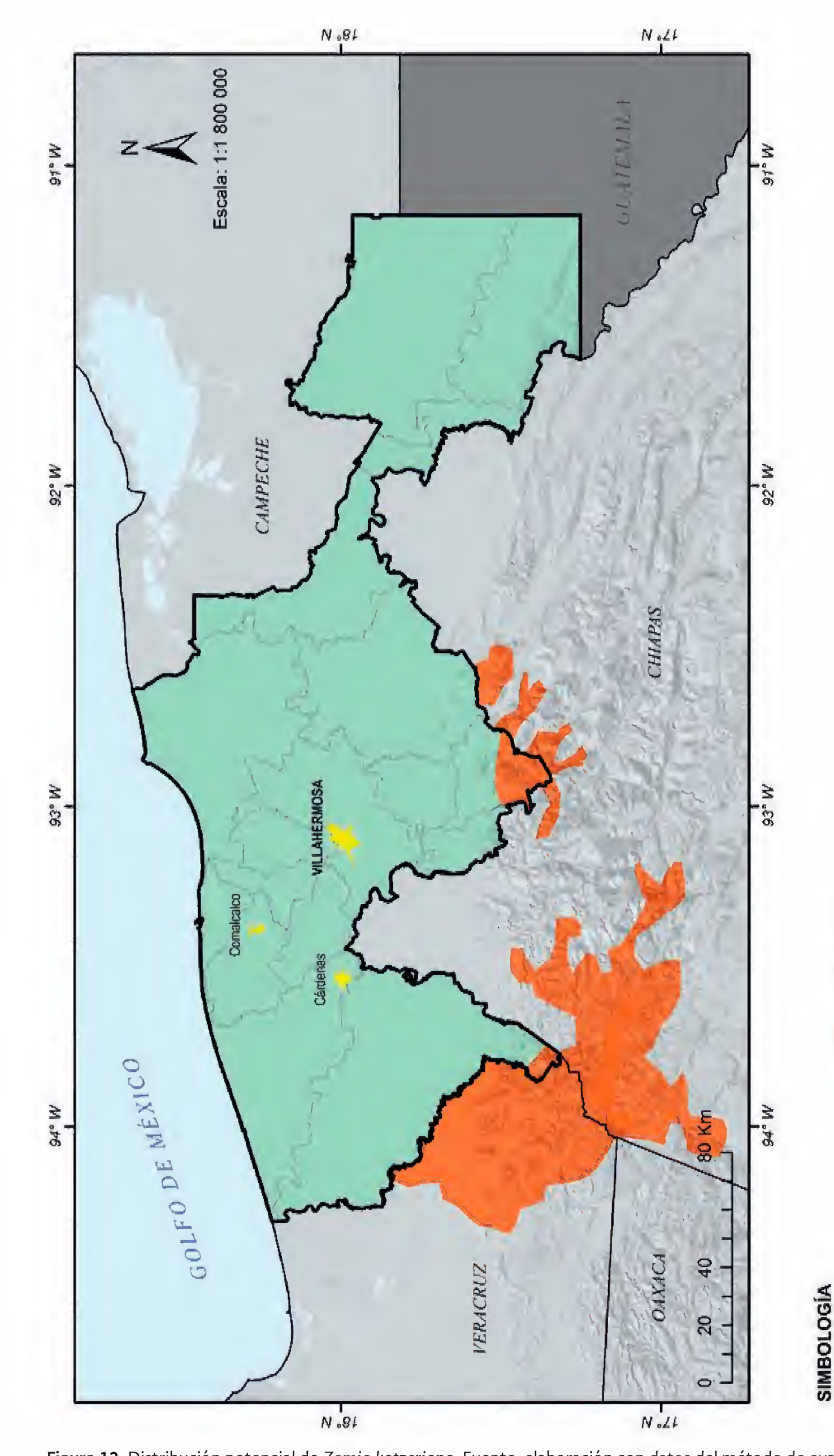


Figura 12. Distribución potencial de *Zamia katzeriana*. Fuente: elaboración con datos del método de evaluación de riesgo (MER).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 13. *Zamia loddigesii* con cono femenino. Foto: A. Vovides.

después de periodos de incendios (Grove *et al.* 1980). En sus raíces también tienen hongos micorrízicos arbusculares, los cuales ayudan a las cícadas a absorber nutrientes como fosfatos y agua (Vovides1991, Fisher y Vovides 2004).

También son interesantes desde la perspectiva paleoecológica, ya que se ha demostrado que son plantas cuya distribución geográfica actual es posterior a la de los tipos de vegetación de México (Wendt 1987, González y Vovides 2002, González-Astorga *et al.* 2003a, 2003b, 2005, 2008). Esta aseveración viene de la evidencia de polen fósil, similar al de *Ceratozamia* moderna, presente en los estratos del mioceno inferior de Oaxaca asociada con *Engelhardtia*. Los bosques de *Engelhardtia* estaban ampliamente distribuidos en el hemisferio norte durante el terciaro, ahora están restringidos a refugios florísticos del sureste mexicano, centroamérica y sureste asiático (Rzedowski y Palacios 1977).

Se conoce muy poco de la fisiología de las cícadas, y es notable que muchas crecen en ambientes con sequías prolongadas y altas temperaturas, como las selvas bajas caducifolias y encinares en donde habita la cícada *Dioon edule* (chamal o tiotamal) de Veracruz. *D. edule* presenta una variante de la fotosíntesis CAM conocido como CAM-cíclico (Vovides *et al.* 2002a). La fotosíntesis CAM es una secuencia metabólica que permite a las plantas evitar la pérdida de agua por la transpiración, porque en este proceso cierran sus estomas durante el día y los abren durante la noche para absorber CO_2.

Factores económicos

Las cícadas son carismáticas y se ocupan como especies ornamentales en jardinería y arquitectura de paisajes, y las especies raras o de gran tamaño son buscadas por aficionados coleccionistas. Antes de la ratificación de México a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés), el comercio de estas plantas era sustancioso, ya que alcanzó hasta 40 t/año en tallos de la palma bola (*Zamia furfuracea*) sólo de Veracruz (Vovides *et al.* 2002b). Con la implementación de la CITES y la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010) este comercio ha bajado, pero no se ha eliminado totalmente, dado que continúan algunos saqueos ilegales. Además de la destrucción de sus hábitats, algunas especies se encuentran en peligro crítico de extinción, se consideran en la Lista Roja de la UICN (2011) y están protegidas por la norma oficial.

Las cícadas se cotizan a altos precios, especialmente en el extranjero, y existen varias páginas en internet para su comercio. Por lo tanto, las autoridades mexicanas las consideran como prioridad su rescate y conservación (INE y SEMARNAP 2000). Ante su demanda comercial, y como estrategia alternativa para su conservación, se han creado unidades de manejo y aprovechamiento de la vida silvestre (UMA) registradas por la SEMARNAT y asesoradas por especialistas en instituciones, universidades o jardines botánicos con miras al uso sustentable del recurso (Vovides *et al.* 2002b). El primero de estos viveros (Monte Oscuro) en Veracruz generó más de 20 mil dólares de 1991 a 2009, y viveros en dos reservas de la biosfera en Chiapas generaron 3 420 dólares en el periodo de 1998 a 2000 (Vovides *et al.* 2010). Las ventas esporádicas son debido a dificultades administrativas y acceso ineficiente a los mercados, pendientes a resolver.

Factores culturales

Zamia loddigesii es conocida por los campesinos como el "amigo del maíz", "poua" o "cahua" (vocablo zoque-popoluca) y se respetan cuando se encuentran

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

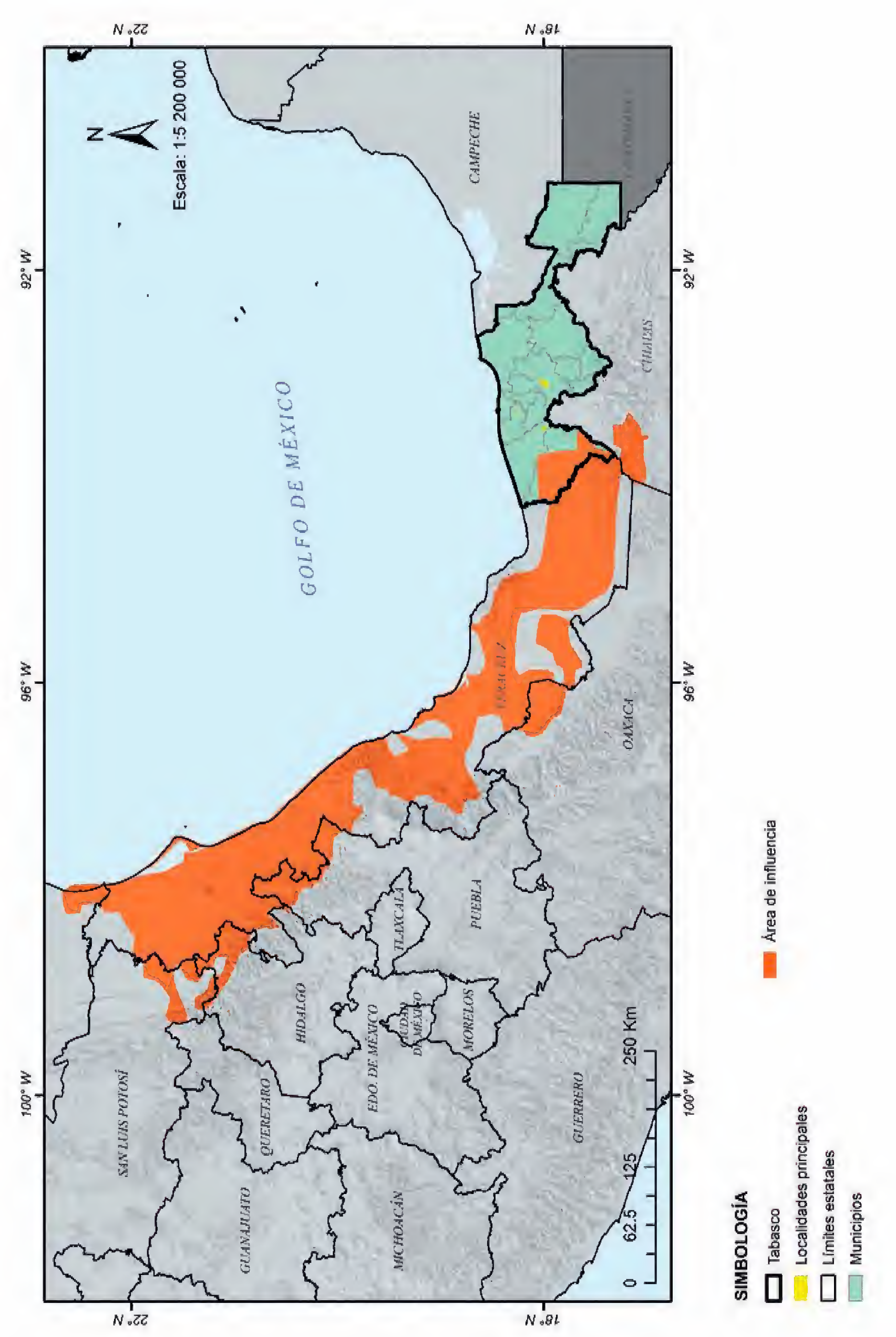


Figura 14. Distribución potencial de *Zamia loddigesii*. Fuente: elaboración con datos del método de evaluación de riesgo (MER).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 15. *Zamia prasina.* Foto: Andrew Vovides.

en las milpas, dado que tiene significado cultural cosmogónico precortesiano desconocido; además, el tallo machacado se frota al vientre a las parturientas para acelerar el partos, también se quema el tallo para ahumar el cordón umbilical antes de cortar (Vázquez-Torres *et al.* 1989). Los conos jóvenes, sin importar el sexo, se usan como insecticidas; se cortan rebanadas finas y se untan solución dulce o leche atractiva a los insectos (Vovides *et al.* 1983, Vázquez-Torres *et al.* 1989). Las hojas de *Dioon merolae* se usan para decorar altares durante las festividades de la Santa Cruz en la región frailesca de la depresión central de Chiapas (Pérez-Farrera y Vovides 2006), pero se desconoce si sus hojas son usadas igual en Tabasco.

Situación y estado de conservación

La mayor concentración de las especies se encuentra en las regiones montañosas de sur del estado que colinda con Chiapas. La destrucción de las selvas tropicales perennifolias y subperennifolias ha puesto en considerable riesgo de extinción de la mayoría de las especies de cícadas en Tabasco; por ejemplo, la vegetación del cerro de Las Flores, donde la tala y en especial los incendios de 1998 casi eliminan a *C. miqueliana*, su última localidad conocida del estado. Otro ejemplo es la sierra Madrigal en donde los incendios de 1998 y actividades humanas pusieron en riesgo a *C. becerrae* y la endémica *Z. cremnophila*, así como la cementera en los cerros calizos al sureste de Macuspana donde está en riesgo *Z. katzeriana*. Por su parte, las especies de tierras llanas, pero no inundadas (principalmente potreros y manchones de vegetación secundaria o acahuales), Z. *loddigessi* y Z. *prasina*, se eliminan totalmente en zonas cañeras donde se practica el arado profundo.

Acciones de conservación

La mayoría de las especies de cícadas del mundo están amenazadas, son raras, están en peligro o en peligro crítico de extinción, por lo que en México, las

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

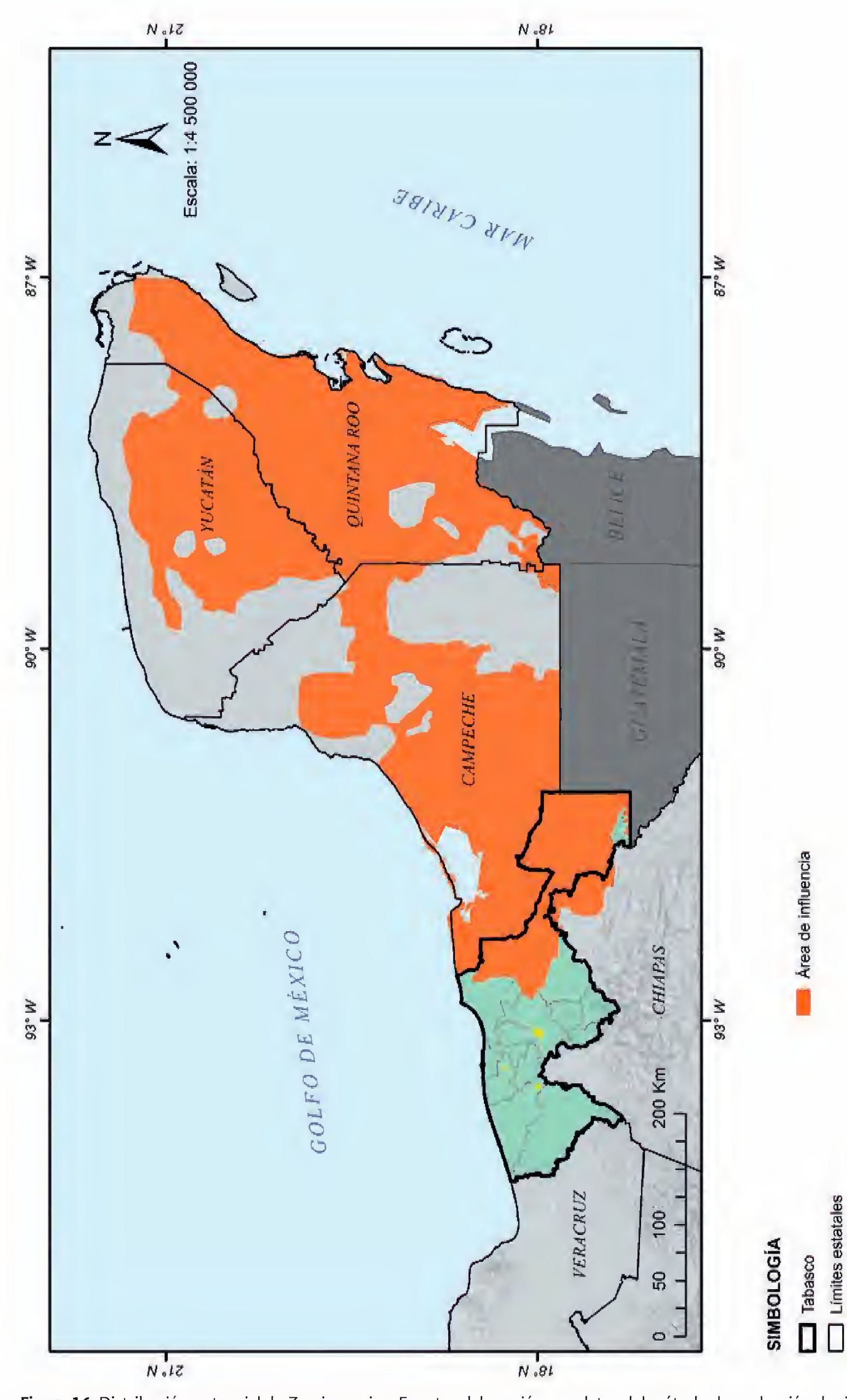


Figura 16. Distribución potencial de *Zamia prasina*. Fuente: elaboración con datos del método de evaluación de riesgo (MER).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

cícadas tienen prioridad para su conservación (INE y SEMARNAP 2000, UICN 2011). La destrucción de los bosques y selvas, el cambio del uso del suelo y la comercialización ilegal basada en la extracción de plantas silvestres ha reducido las poblaciones naturales a un nivel crítico, amenazando así su supervivencia. La cícadas están protegidas por leyes nacionales (NOM-059-SEMARNAT-2010) e internacionales (CITES) que controlan su comercialización. Traffic/WWF ha creado un manual con bases de identificación para uso de aduaneros y otros oficiales en la aplicación eficiente de las leyes (Vovides y Pérez-Farrera 2010). Se ha publicado un plan de acción a escala internacional (Donaldson 2003) y otro a escala nacional (INE y SEMARNAP 2000), así como un manual para su propagación y cultivo (Pérez-Farrera y Vovides 1997) con la finalidad de fomentar la protección y abundancia de las cícadas. Todo esto para evitar que sean explotadas inadecuadamente; por ejemplo, la extracción de plantas maduras de su hábitat y la decapitación de penachos o coronas de hojas para su posterior venta como plantas de ornato por comerciantes ambulantes son actividades que merman las poblaciones y reducen su capacidad de regeneración (Vovides 1990, Octavio-Aguilar *et al.* 2008). Ante este problema se han creado UMA para las cícadas, las cuales se encuentran en Chiapas, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Veracruz, y son una actividad complementaria a la economía de los campesinos, quienes tienen el compromiso de conservar el hábitat y reforestar; estos mismos campesinos han recibido entrenamiento en la colecta de semillas y cultivo (Pérez-Farrera y Vovides 1997), y sus viveros son una estrategia alternativa de conservación de las especies y sus habitat.

Conclusión y recomendaciones

La sierra de Tabasco fue decretada como área natural protegida estatal en 1988. Dado la valiosa diversidad y alto endemismo de flora y fauna de esta región se recomienda elevar el estatus de esta sierra, la sierra Madrigal, sierra de Teapa, Agua Blanca y regiones aledañas aún con vegetación, a nivel de reserva de la biosfera o área natural protegida federal para darle mejor presupuesto anual y operatividad, así como crear un nuevo jardín botánico tropical en la zona con la colaboración de alguna universidad estatal o privada, u otra institución de investigación biológica.

Hasta el año 2017 no existen UMA para cícadas en Tabasco, por lo tanto se recomienda crear una para rescatar y propagar las especies de la sierra Madrigal (*C. becerrae, Z. cremnophila* y *Z. katzeriana*) y otras especies vegetales de valor potencial económico y para reforestación, resolviendo los problemas administrativos y de mercadotecnia que generalmente se asocian con las UMA (Vovides *et al.* 2010). Es necesario tomar medidas para proteger o rescatar a *C. miqueliana* en el cerro de Las Flores. Los viveros de manejo sustentable son una estrategia alternativa para conservar las especies y, al mismo tiempo, una actividad económica suplementaria para los productores, con lo cual se conserva y difunde un recurso valioso, patrimonio de los mexicanos (INE y SEMARNAP 2000, Vovides *et al.* 2002b, Vovides *et al.* 2010).

Agradecimientos

Los autores agradecen a la CONABIO por el proyecto DK008 que permitió la elaboración de las fichas técnicas de las cícadas mexicanas, así como al jardín botánico Francisco Javier Clavijero del INECOL, sede de la colección nacional de las mismas.

Referencias

Bierhorst, D.W. 1971. *Morphology of vascular plants*. Macmillan Co., Nueva York.

Bonta, M., O.F. Pinot, D. Graham *et al.* 2006. Ethnobotany and conservation of tiusinte (*Dioon mejiae* Standl. & L.O. Williams, Zamiaceae) in northeastern Honduras. *Journal of Ethnobiology* 26:228-257.

Brenner, E.D., D.W. Stevenson y R.W. Twigg. 2003. Cycads: evolutionary innovations and the role of plant-derived neurotoxins. *Trends in Plant Science* 8:446-452.

Brenner, E.D., D.W. Stevenson, J. Chiu *et al.* 2007. Defining the role of BMAA and its potential glutamate receptor targets in *Arabidopsis thaliana* and *Cycas rumphii*. En: *Memoirs of the New York Botanical Garden*. A.P. Vovides, R. Osborne y D.W. Stevenson (eds.). Nueva York, pp. 236-252.

Calonje, M. y J. Meerman. 2009. What is *Zamia prasina* (Zamiaceae: Cycadales)? *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 3:43-49.

Chamberlain, C.J. 1919. *The living cycads*. Hafner, Nueva York.

Contreras-Medina, R. el. Luna-Vega. 2007. Species richness, endemism and conservation of Mexican gymnosperms, *Biodiversity and Conservation* 16:1803-1821.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cox, P.A., S.A. Banack y S.J. Murch. 2007. Cyanobacteria, Cycads, and neurodegenerative disease among the Chamorro people of Guam. En: *Memoirs of the New York Botanical Garden*. A.P. Vovides, R. Osborne y D.W. Stevenson (eds.). Nueva York, pp. 253-285.

Crane, P.R. 1988. Major clades and relationships in the "higher" gymnosperms. En: *Origin and Evolution of Gymnosperms*. C.B. Beck (ed.). Columbia University Press, Nueva York, pp. 218-272.

Daly, D.C., K.M. Cameron y D.W. Stevenson. 2001. Plant systematics in the age of genomics. *Plant Physiology* 127:1328-1333.

Donaldson, J. (ed.). 2003. *Cycads: Status Survey and Conservation Action Plan*. UICN/SSC Cycad Specialist Group, Gland.

Earle, C.J. 2002. Gymnosperm Database. En: ‹*http://www.geocities.com/_earlecj/pinophyta.htm*›, última consulta: 19 de noviembre de 2010.

Fisher, J.B. y A.P. Vovides. 2004. Mycorrhizae are present in cycad roots. *The Botanical Review* 70:16-23.

Foster, A.S. y E.M. Gifford. 1974. *Comparative morphology of vascular plants*. Freeman, San Francisco.

Gao, Z. y B.A. Thomas. 1989. A review of fossil cycad megasporophylls, with new evidence of *Crossozamia* pomel and its associated leaves from the lower Permian of Taiyuan, China. *Review of Palaeobotany and Palynology* 60:205-223.

González-Astorga, J., A.P. Vovides y C. Iglesias. 2003a. Morphological and geographical variation of the cycad *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae): ecological and evolutionary implications. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:465-470.

González-Astorga, J., A.P. Vovides, M. Ferrer y C. Iglesias. 2003b. Population genetics of *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae, Cycadales): biogeographical and evolutionary implications. *Biological Journal of the Linnean Society* 80:457-467.

González-Astorga, J., A.P. Vovides, A. Cruz-Angon *et al.* 2005. Allozyme variation in the three extant populations of the narrowly endemic cycad *Dioon angustifolium* Miq. (Zamiaceae) from North Eastern Mexico. *Annals of Botany* 95:999-1007.

González-Astorga, J., F. Vergara-Silva, A.P. Vovides *et al.* 2008. Diversity and genetic structure of three species of *Dioon* Lindl. (Zamiaceae, Cycadales) from the Pacific seaboard of Mexico. *Biological Journal of the Linnean Society* 94:765-776.

González, D. y A.P. Vovides. 2002. Low intralineage divergence in the genus *Ceratozamia* Brongn. (Zamiaceae) detected with nuclear ribosomal DNA ITS and chloroplast DNA *trn*L-F non-coding region. *Systematic Botany* 27:654-661.

Grove, T.S., A.M. O´Connell y N. Malajezuk. 1980. Effects of fire on the growth, nutrient content and rate of nitrogen fixation of the cycad *Macrozamia riedlei*. *Australian Journal of Botany* 28:271-281.

Hermsen, E.J., T.N. Taylor, E.L. Taylor y D.W. Stevenson. 2006. Cataphylls of the Middle Triassic cycad *Antarcticycas schopfii* and new insights into cycad evolution. *American Journal of Botany* 93:724-738.

INE y SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología y Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. *Prep 6: Protección, conservación y recuperación de la familia Zamiaceae (Cycadales) de México*. INE/SEMARNAP, México.

Johnson, L.A.S. 1959. The families of cycads and the Zamiaceae of Australia. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 81:64-117.

Jones, D.L. 1993. *Cycads of the World*. Reed, Chatswood.

Kurlan, L.T. 1988. Amyotrophic lateral sclerosis and Parkinson's disease complex on Guam linked to an environmental neurotoxin. *Trends in Neuroscience* 11:51-54.

Loconte, H. y D.W. Stevenson. 1990. Cladistics of the Spermatophyta. *Brittonia* 42:197-211.

Nagalingum, N.S., C.R. Marshall, T.B. Quental *et al.* 2011. Recent synchronous radiation of a living fósil. *Science* 334:796-799.

Nicolalde-Morejón, F., A.P. Vovides, D.W. Stevenson y V. Sosa. 2008. Identity of *Zamia katzeriana* and *Z. verschaffeltii* (Zamiaceae). *Brittonia* 60:38-48.

Norstog, K.J. y T.J. Nicholls. 1997. *The biology of the cycads*. Cornell University Press, Ithaca.

Octavio-Aguilar, P., J. González-Astorga y A.P. Vovides. 2008. Population dynamics of the Mexican cycad *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae): life history stages and management impact. *Botanical Journal of the Linnean Society* 157:381-391.

Osborne, R., D.W Stevenson, K.D. Hill y L. Stanberg. 2012. *The World List of Cycads*. Memoirs of the New York Botanical Garden, Nueva York.

Pérez-Farrera, M.A. 2012. Investigador Titular C y encargado del Herbario. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Comunicación personal.

Pérez-Farrera, M.A. y A.P. Vovides. 1997. *Manual para el cultivo y propagación de cycadas*. INE/SEMARNAP, México.

——. 2006. The ceremonial use of the threatened "espadaña" cycad (*Dioon merolae*, Zamiaceae) by a community of the Central Depression of Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 78:107-113.

Pérez-Farrera, M.A., A.P. Vovides, P. Octavio-Aguilar *et al.* 2006. Demography of the cycad *Ceratozamia mirandae* (Zamiaceae) under disturbed and undisturbed conditions in a biosphere reserve of Mexico. *Plant Ecology* 187:97-108.

Porter, E.D. y H.J. Teas. 1971. Comparative radiomimetic effect of emulsin, cycasin, methyl azoxymethanol and x-rays in *Zamia integrifolia*. *Radiation Botany* 11:21-26.

Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico. En: *Biological diversity of Mexico: origins and*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

distribution. R. Bye, T.P. Ramamoorthy, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, Oxford, pp.129-146.

Rzedowski, J. y C.R. Palacios. 1977. El bosque de *Engelhardtia* (*Oreomunnea*) *mexicana* en la región de la Chinantla (Oaxaca, México). Una reliquia del cenozoico. *Boletín de la Sociedad de Botánica de México* 36:93-123.

Sacks, O.W. 1997. *The Island of the colorblind*. Random House, Nueva York.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Smith, D.W. 1966. Mutagenicity of cycasin aglycone methylazoxymethanol a naturally occurring carcinogen. *Science* 152:1273-1274.

Standley, P.C., y J.A. Steyermark.1958. Cycadaceae. En: *Flora of Guatemala*. P.C. Standley y J.A. Steyermark (eds.). Fieldiana Botany, Chicago, pp.11-20.

Stevenson, D.W. 1980. Observations on root and stem contraction in cycads (Cycadales) with special reference to *Zamia pumila* L. *Botanical Journal of the Linnean Society* 81:275-281.

Stevenson, D.W., A. Moretti y L. Gaudio. 1995-1996. A new species of *Zamia* (Zamiaceae) from Belize and the Yucatan peninsula of Mexico. *Delpinoa (nueva serie)* 37-38:3-8.

Stewart, W.N. 1951. A new *Pachytesta* from the Berryville locality of southeastern Illinois. *American Midland Naturalist* 46:716-742.

Treutlein, J. y M. Wink. 2002. Molecular phylogeny of cycads inferred from *rbc*L sequences. *Naturwissenschaften* 89:221-225.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2011. Red list of threatened species. En: ‹*http://www.iucnredlist.org/*›, última consulta: 18 de abril de 2012.

Vázquez-Torres, M., M.Y. Sánchez-Tinoco y J.A. Alejandre-Rosas. 1989. Algunos datos etnobotánicos sobre las Zamiaceae (Cycadales) de México. *La Ciencia y el Hombre* enero-junio (3):19-30.

Vega, A. y E.A. Bell. 1967. α-Amino-β-methylaminopropionic acid, a new amino acid from seeds of Cycas circinalis. *Phytochemistry* 6:759-762.

Vovides, A.P. 2000. México: segundo lugar mundial en diversidad de cícadas. *Biodiversitas* 6:6-10.

Vovides, A.P. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae, Cycadales) in its natural habitat in central Veracruz, Mexico. *Brenesia* 35:97-103.

Vovides, A.P. 1990. Spatial distribution, survival and fecundity of *Dioon edule* (Zamiaceae) in a tropical deciduous forest in Veracruz, Mexico, with notes on its habitat. *American Journal of Botany* 77:1532-1543.

Vovides, A.P y M.A. Pérez-Farrera. 2010. *Cycadas Mesoamericanas sujetas a comercialización: bases para su identificación*. Departamento del Estado de los Estados Unidos/TRAFFIC Norteamérica/WWF, México.

Vovides, A.P, M.A. Pérez-Farrera y C. Iglesias. 2010. Cycad propagation by rural nurseries in Mexico as an alternative conservation strategy: 20 years on. *Kew Bulletin* 65:603-611.

Vovides, A.P, M.A. Pérez-Farrera, B. Schutzman *et al*. 2004. A new species of *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Tabasco and Chiapas, Mexico. *Botanical Journal of the Linnean Society* 146:123-128.

Vovides, A.P, M.A. Pérez-Farrera, C. Iglesias *et al*. 2003a. New cycad reports (Zamiaceae) from Chiapas, Oaxaca, and Tabasco, Mexico. *Rhodora* 105:379-384.

Vovides, A.P, M.A. Pérez-Farrera, J. González-Astorga *et al*. 2003b. An outline of our current knowledge on Mexican Cycads (Zamiaceae, Cycadales). *Current Topics in Plant Biology* 4:159-174.

Vovides, A.P, J.R. Etherington, P. Quentin Dresser *et al*. 2002a. CAM-cycling in the cycad *Dioon edule* Lindl. in its natural tropical deciduous forest habitat in central Veracruz, Mexico. *Botanical Journal of the Linnean Society* 138:155-162.

Vovides, A.P, C. Iglesias, M.A. Pérez-Farrera *et al*. 2002b. Peasant nurseries: A concept for an integrated conservation strategy for cycads in Mexico. En: *Plant Conservation in the Tropics: perspectives and practice*. M. Maunder, C. Clubbe, C. Hankamer, y M. Groves (eds.). Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 421-444.

Vovides, A.P y M. Olivares.1996. Karyotype polymorphism in the cycad *Zamia loddigesii* (Zamiaceae) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Botanical Journal of the Linnean Society* 120:77-83.

Vovides, A.P., J.D. Rees y M. Vázquez-Torres. 1983. Zamiaceae. En: *Flora de Veracruz. Fascículo 26*. A. Gómez-Pompa y V. Sosa (eds.). Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos, Xalapa, pp. 1-31.

Wendt, T. 1987. Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: evidencia de refugios florísticos cenozoicos. *Anales del Instituto de Biología UNAM (Serie Botánica)* 58:29-54.

Whiting, M.G. 1963. Toxicity of cycads. *Economic Botany* 17:270-302.

Zgurski, J.M., H.S. Rai, Q.M. Fai *et al*. 2008. How well do we understand the overall backbone of cycad phylogeny? New insights from a large, multigene plastid data set, *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47: 1232-1237.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Angiospermas

María de los Ángeles Guadarrama Olivera, Nelly del Carmen Jiménez Pérez y Gonzalo Ortiz Gil

Introducción

De todas las plantas, las angiospermas o plantas con flores comprenden la mayor cantidad de especies con poco más de 250 mil descritas, ocupan más tipos de hábitats que cualquier otro grupo, y tienen una historia fósil muy antigua que data desde principios del cretácico, es decir, de hace 130 millones de años (Ingrouille y Eddie 2006). Las angiospermas son los principales productores primarios, a través de la fotosíntesis producen carbohidratos y oxígeno, elementos vitales para todos los organismos vivos. Incluyen la mayoría de los recursos alimenticios en forma de hojas, tallos, raíces, flores, frutos y semillas, y sostienen otros aspectos de la vida del hombre al proporcionarle recursos para la salud, floricultura, perfumería, construcción, y para obtener fibras, aceites, bebidas alcohólicas o para usarse en la industria tabacalera (Heywood 1985).

Las angiospermas también son las plantas que predominan en el paisaje tabasqueño. La primera impresión que recibe el visitante que llega por primera vez es el verdor que cubre sus tierras, a donde quiera que vea percibirá diferentes tonalidades salpicadas por pinceladas de colores intensos de amarillo, rosa, naranja, blanco o rojos. Estas tonalidades cambian de acuerdo con las estaciones del año, y en algunos sitios donde la selva se enseñorea aún aparece esta policromía según sean las especies que estén floreciendo o cambiando de follaje.

Descripción

Al seguir clasificaciones clásicas, como las propuestas por Dahlgren (1983), Cronquist (1988), Thorne (1992) y Takhtajan (1997), en la década de los ochenta y principios de los noventa, las angiospermas reúnen dos grupos botánicos: las monocotiledóneas y las dicotiledóneas. El estudio de nuevos caracteres y la reevaluación de los ya conocidos, así como el desarrollo de nuevas metodologías en sistemática han generado otras hipótesis de clasificación (APG 1998), de manera que la distinción clásica de los grupos mencionados resulta cuestionable. De hecho, la conclusión más aceptada es que las monocotiledóneas son monofiléticas, es decir, proceden de un ancestro común, y las dicotiledóneas no lo son. Pero, debido a que aún prevalecen ambos sistemas y que la distinción entre ambos grupos está basada en caracteres fácilmente reconocibles y contrapuestos, a continuación se describen las características principales de cada uno.

Las monocotiledóneas generalmente son hierbas, aunque algunas especies pueden alcanzar tallas grandes como las palmeras y los plátanos. Se reconocen por tener semillas con un solo cotiledón, raíces adventicias, hojas con venación paralela y el número de partes florales en tres o múltiplos de tres (figura 1). En las dicotiledóneas la venación es variada, casi siempre reticulada pero no paralela, poseen dos cotiledones y el número de partes florales es de cuatro o cinco, o múltiplos de ellos; además, se caracterizan por tener gran diversidad de formas biológicas, como árboles, arbustos, hierbas y bejucos (cuadro 1), asimismo varían en tamaño desde las hierbas diminutas hasta los árboles gigantes (figura 2).

Esfuerzos por estudiar las plantas de Tabasco

El interés por conocer la flora de Tabasco data de 1793-1803, periodo en que naturalistas europeos y norteamericanos llevaron a cabo expediciones

Guadarrama Olivera, M.A., N.C. Jiménez-Pérez y G. Ortiz Gil. 2019. Angiospermas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 217-234.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Algunas especies de monocotiledóneas presentes en el estado: a) pozol agrio (*Tinantia erecta*), b) *Neomarica variegata*, c) cañita agria (*Costus ruber*), d) jahuacte (*Bactris mexicana*), y e) platanillo (*Heliconia librata*). Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez (a, b, c, e) y Jaime Cázarez-Camero (d).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Representación de las formas biológicas de angiospermas.

Angiospermas	(%)
Árboles	21
Arbustos	16
Hierbas	53
Bejucos	10
TOTAL	**100**

Fuente: bases de datos del herbario UJAT.

científicas en América (cuadro 2). Las colectas de estos primeros botánicos en el estado fueron depositadas en los herbarios de Estados Unidos y Europa, y en menor proporción en los herbarios nacionales de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Politécnico Nacional.

El herbario del Colegio de Postgraduados campus Tabasco (CSAT) tiene una colección de aproximadamente 25 mil ejemplares, producto de

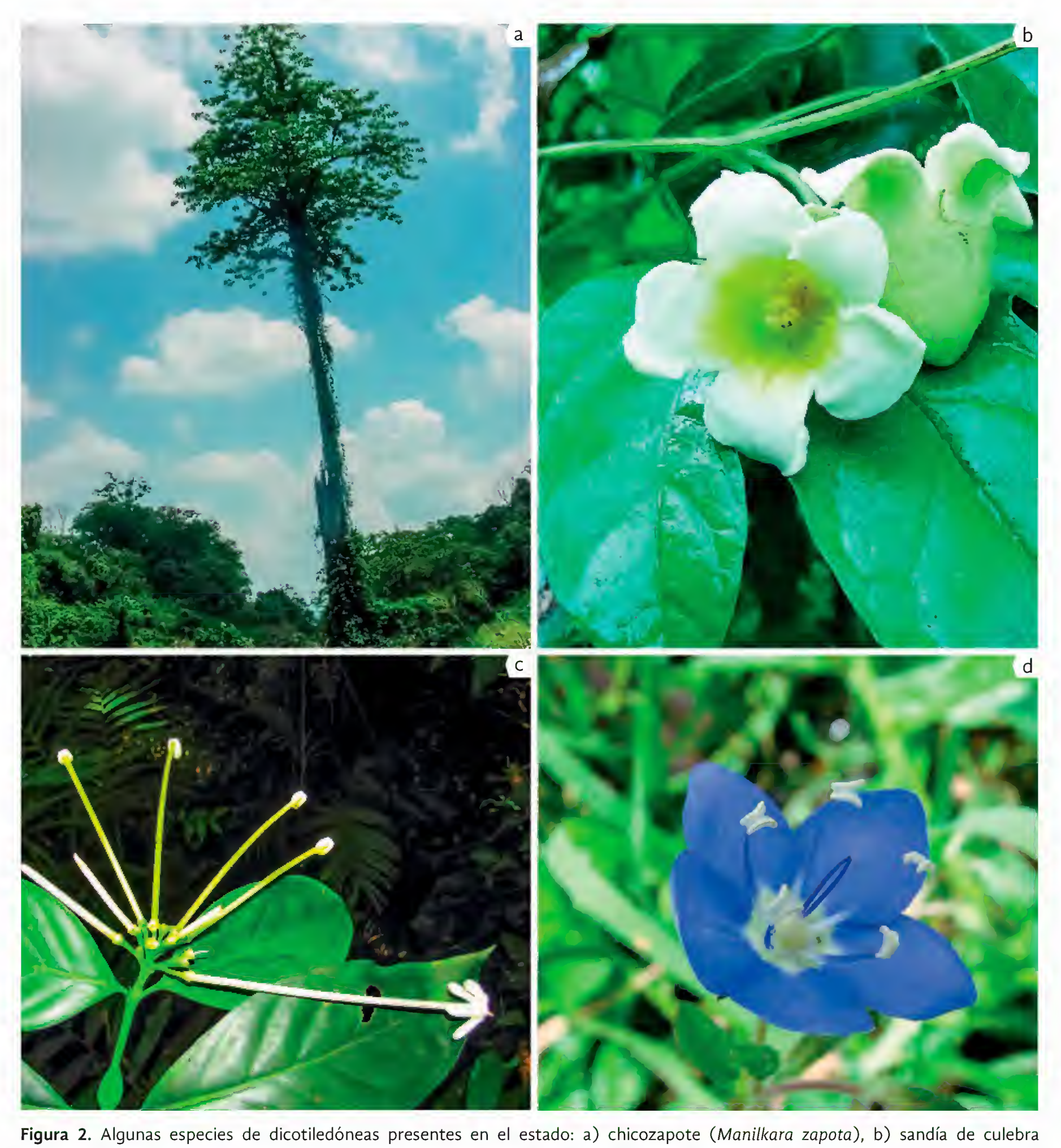


Figura 2. Algunas especies de dicotiledóneas presentes en el estado: a) chicozapote (*Manilkara zapota*), b) sandía de culebra (*Cionosicys macranthus*), c) *Posoqueria latifolia*, y d) *Hydrolea spinosa*. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Esfuerzos en la exploración botánica en Tabasco.

Periodo	Personajes / instituciones
1793-1803	Martín Sessé, Lacasta y Mariano Mociño colectaron en las costas de Tabasco
1839-1840	Juan Julio Linden, el zoólogo Augusto B. Ghiesbreght y el ilustrador Nicolas Funk colectaron en los alrededores de Teapa
1845-1848	Carl B. Heller, primer registro científico de herbario, exploró entre Villahermosa y Teapa
Después de 1848	Ezequiel Porter Johnson colectó más de 100 muestras de angiospermas
1888-1910	José Narciso Rovirosa Andrade, destacan sus colectas de Pteridophytas, así como su obra *Pteridografía del sur de México*
1942	Colectas de Eizi Matuda al este de Tabasco
1945-1981	Se publican monografías de las familias botánicas Sapotaceae (por Cronquist), Araceae (por Bunting), Chrysobalanaceae (por Prance) con reportes de ejemplares de herbario de Tabasco
1964-1976	Robert Cooper West y colaboradores colectan en todo el territorio tabasqueño para describir los diferentes tipos de vegetación y ubicar las especies representativas
1960-1985	En el Colegio Superior de Agricultura Tropical se establece primer herbario en Tabasco y se publica el primer listado florístico
1985 a la fecha	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, segundo herbario estatal y la Unidad Regional Universitaria Sur Sureste de la Universidad Autónoma Chapingo

Fuente: Lundell 1942, Montenegro 1945, West *et al.* 1976, Rovirosa 1978a, b, Cowan 1983, Heller 1987, Rovirosa 1990, Rzedowski *et al.* 2009.

las colectas (década de los setenta y ochenta), del intercambio con otras colecciones, de la colaboración de 120 colectores locales, nacionales y de Estados Unidos, así como de publicaciones acerca de registros nuevos para la entidad (por ejemplo Lot *et al.* 1981).

El herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) retoma y promueve el estudio de la flora de la región (figura 3) en colaboración con la actual Unidad Regional Sur Sureste, de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Cuenta con una colección de más de 30 mil ejemplares y ha continuado la publicación de nuevos registros; por ejemplo, de Hernández y Hanan-Alipi (1998), Fryxell y Guadarrama-Olivera (2001) y Borhidi *et al.* (2006); también constituye el principal instrumento activo enfocado al conocimiento de la flora del estado.

Diversidad

En el primer listado florístico de Tabasco de las 2 142 especies de plantas vasculares, 2 041 son angiospermas (Cowan 1983). Villaseñor (2003) reporta 2 292 especies. Los más recientes inventarios que refieren a las angiospermas de la región hacen mención a un total de 2 554 especies (Novelo y Ramos 2005, Pérez *et al.* 2005).

En la entidad se tienen catalogadas 3 089 especies distintas de plantas vasculares, de las cuales 2 959 (95.8%) son angiospermas. De éstas, 2 217 son dicotiledóneas (cuadro 3) y 742 monocotiledóneas (cuadro 4) bases de datos del herbario UJAT. En México están representadas 22 351 especies de angiospermas (Villaseñor 2003); es decir, la riqueza de estas plantas en Tabasco constituye alrededor de 13.2% de la riqueza calculada para México; sin embargo, en función de la colecta más sistemática de 10 familias se estima que, en total, debe estar integrada por alrededor de 5 mil especies (Guadarrama-Olivera y Ortiz-Gil 2001).

Por su diversidad, destaca la familia Leguminosae (383 especies), a las que pertenecen los frijoles (*Phaseolus vulgaris*), el cocohite (*Gliricidia sepium*) y el moté (*Erythrina americana*); así como la familia Poaceae (210) representadas por el zacate pelillo (*Leersia hexandra*), manatí (*Hymenachne amplexicaule*) y pasto Paraná (*Brachiaria mutica*); Asteraceae (153) a la que pertenece la dalia (*Dahlia coccinea*) y la flor de muerto (*Tagetes erecta*); Orchidaceae (128) como la vainilla (*Vanilla planifolia*; figura 4); Euphorbiaceae (126) a la que pertenece el piñón (*Jatropha curcas*), golondrina (*Euphorbia hirta*) y la chaya (*Cnidoscoulus chayamansa*);

Figura 3. Herbario UJAT. Foto: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Familias, géneros y especies de dicotiledóneas presentes en la entidad.

Familia	Géneros	Especies
Acanthaceae	13	53
Achatocarpaceae	1	1
Actinidaceae	1	5
Aizoaceae	2	3
Amaranthaceae	10	28
Anacardiaceae	5	8
Annonaceae	9	23
Apiaceae	3	8
Apocynaceae	19	36
Aquifoliaceae	1	3
Araliaceae	6	9
Aristolochiaceae	1	6
Asclepiadaceae	10	23
Asteraceae	91	153
Avicenniaceae	1	1
Balanophoraceae	1	1
Balsaminaceae	1	2
Bataceae	1	1
Begoniaceae	1	11
Bignoniaceae	20	38
Bixaceae	2	2
Bombacaceae	5	7
Boraginaceae	6	25
Burseraceae	2	3
Cabombaceae	2	3
Cactaceae	8	23
Campanulaceae	3	4
Capparaceae	6	16
Caprifoliaceae	2	2
Caricaceae	2	2
Caryophillaceae	1	1
Casuarinaceae	1	1
Cecropiaceae	2	4
Celastraceae	5	10
Ceratophyllaceae	1	3
Chenopodiaceae	1	1
Chrysobalanaceae	4	7
Clethraceae	1	2
Clusiaceae	8	12
Combretaceae	5	11
Connaraceae	2	3
Convolvulaceae	12	58
Crassulaceae	2	2

Familia	Géneros	Especies
Cucurbitaceae	14	26
Dilleniaceae	4	5
Droseraceae	1	1
Ebenaceae	1	5
Elaeocarpaceae	3	6
Erythroxylaceae	1	3
Euphorbiaceae	29	126
Fagaceae	1	2
Flacourtiaceae	8	19
Gentianaceae	8	10
Gesneriaceae	8	11
Halogaraceae	1	1
Hippocrateaceae	2	8
Hydrangeaceae	1	1
Hydrophyllaceae	1	1
Icacinaceae	2	2
Lamiaceae	8	22
Lauraceae	7	22
Leguminosae	81	383
Lentibulariaceae	1	13
Loganiaceae	5	11
Loranthaceae	3	10
Lythraceae	7	11
Magnoliaceae	1	1
Malpighiaceae	12	29
Malvaceae	20	60
Marcgraviaceae	2	2
Melastomataceae	14	49
Meliaceae	4	18
Menispermaceae	4	5
Menyanthaceae	1	1
Molluginaceae	1	1
Monimiaceae	2	6
Moraceae	10	38
Myricaceae	1	1
Myristicaceae	2	2
Myrsinaceae	4	15
Myrtaceae	7	27
Nelumbonaceae	1	1
Nyctaginaceae	6	10
Nymphaeaceae	1	7
Ochnaceae	2	4
Olacaceae	1	1

Familia	Géneros	Especies
Oleaceae	1	1
Onagraceae	3	18
Oxalidaceae	2	7
Papaveraceae	2	3
Passifloraceae	1	17
Phytolaccaceae	5	5
Piperaceae	3	55
Plantaginaceae	1	2
Podostemaceae	3	3
Polygalaceae	2	14
Polygonaceae	6	30
Pontederiaceae	1	1
Portulacaceae	2	5
Proteaceae	1	2
Ranunculaceae	1	1
Rhamnaceae	3	4
Rhizophoraceae	2	2
Rubiaceae	48	123
Rutaceae	8	20
Salicaceae	1	1
Sapindaceae	10	32
Sapotaceae	6	22
Scrophulariaceae	18	34
Simaroubaceae	3	5
Solanaceae	14	74
Sphenocleaceae	1	1
Staphyleaceae	1	1
Sterculiaceae	7	24
Theaceae	1	1
Theophrastaceae	2	2
Tiliaceae	7	15
Turneraceae	4	4
Ulmaceae	5	6
Urticaceae	6	17
Valerianaceae	1	1
Verbenaceae	17	40
Violaceae	4	9
Viscaceae	1	5
Vitaceae	3	12
Vochysiaceae	1	3
Zygophyllaceae	2	3
Total	**783**	**2 217**

Fuente: bases de datos del herbario UJAT.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Familias, géneros y especies de monocotiledóneas presentes en la entidad.

Familia	Géneros	Especies
Agavaceae	2	2
Alismataceae	2	9
Araceae	11	48
Arecaceae	17	35
Bromeliaceae	13	33
Burmanniaceae	1	1
Cannaceae	1	5
Commelinaceae	10	21
Costaceae	1	5
Cyclanthaceae	2	3
Cymodoceaceae	1	1
Cyperaceae	16	123
Dioscoreaceae	1	11
Eriocaulaceae	2	3
Haemodoraceae	1	1
Heliconiaceae	1	15
Hydrocharitaceae	2	2
Iridaceae	5	7
Juncaceae	1	2
Lemnaceae	4	11
Liliaceae	11	14
Limnocharitaceae	1	1
Marantaceae	3	10
Mayacaceae	1	1
Musaceae	1	5
Najadaceae	1	1
Orchidaceae	54	128
Poaceae	68	210
Pontederiaceae	4	7
Potamogetonaceae	2	5
Smilacaceae	1	10
Typhaceae	1	2
Xyridaceae	1	2
Zingiberaceae	2	8
Total	**245**	**742**

Fuente: bases de datos del herbario UJAT.

Cyperaceae (123) como la cañita (*Cyperus canus*) y el chintul (*Cyperus articulatus*); Rubiaceae (123) como el popiste (*Blepharidium mexicanum*) y el pie de paloma (*Hamelia patens*); Solanaceae (74) a la que pertenecen los chiles (*Capsicum annum*) y los tomates (*Lycopersicum esculentum*); Malvaceae (60) como el tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) y la malva (*Sida rhombifolia*, figura 5); Convolvulaceae (58), familia del camote (*Ipomoea batatas*) y el rompe platos (*Ipomoea purpurea*); y Piperaceae (55) a las que pertenecen el momo (*Piper auritum*) y el cristalillo (*Peperomia pellucida*, figura 6). En conjunto, estas 11 familias concentran 50% del total de angiospermas.

Hasta ahora, de las especies de angiospermas registradas en las bases de datos del herbario UJAT, 95% se encuentra en estado silvestre, 3% es cultivado y 2% tienen las dos características.

Dentro de las plantas silvestres se distinguen las nativas que han llegado de manera natural o que se han originado y evolucionado en estas tierras y constituyen la gran mayoría; y las introducidas, que han sido traídas por el hombre de manera accidental, como malezas o bien cultivos que luego se han escapado y vuelto silvestres, como el mosote blanco (*Bidens pilosa*), el zacate Jhonson (*Sorghum halapense*) y el plátano miracielo (*Musa ornata*), que representan un menor número. Ambos grupos crecen de forma espontánea a lo largo y ancho del territorio.

En el grupo de las plantas cultivadas se ubica el cacao (*Theobroma cacao*), el maíz (*Zea mays*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), la calabaza (*Cucurbita moschata*), entre otras. Estas dependen estrictamente del manejo del hombre, presentan diferentes variedades y se localizan dentro de su área de domesticación; también se encuentran los mangos (*Mangifera indica*), cítricos (*Citrus* spp.), plátanos (*Musa* spp.) y la caña de azúcar (*Sacharum oficinarum*), que fueron introducidos por los europeos en el siglo XV, por lo que representan especies exóticas.

El tercer grupo de plantas están en diferentes fases de domesticación, de tal manera que es posible encontrar tanto variantes cultivadas, como poblaciones silvestres, tales como el zapote (*Pouteria sapota*), nance (*Byrsonima crassifolia*), quelite (*Senna papilosa*) y guaya (*Chamaedorea tepejilote*), que se encuentran en su área de distribución natural.

La diversidad de las angiospermas en la entidad, al igual que en México, no sólo se podría explicar por los factores ecológicos recientes, sino también por la influencia de elementos como la teoría de la deriva continental, las emersiones e inmersiones marinas, los cambios climáticos y los procesos de orogenia llevados a cabo en diferentes periodos geológicos (González Medrano 1998). Así, podría afirmarse que las angiospermas silvestres nativas del territorio tabasqueño se originaron a partir de las especies que colonizaron después de la emersión del territorio y después de los cambios climáticos. Estos procesos facilitaron la introducción de elementos tropicales

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Familias de angiospermas con mayor diversidad. a) Leguminosae, *Erythrina americana*, b) Poaceae, *Brachiaria mutica*, c) Asteraceae, *Wedelia trilobata*, y d) Orchidaceae, *Myrmecophila tibicinis*. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez.

provenientes de Centro y Sudamérica, de ahí que los elementos que componen la flora del estado son fundamentalmente de origen neotropical, ya que a partir de aquí evolucionaron las plantas actuales. El otro componente de la flora de angiospermas de Tabasco es el de origen neártico o boreal, de tal manera que se encuentran zonas que posiblemente sirvieron de refugios de especies del norte del continente durante el pleistoceno y que, al desaparecer las glaciaciones, algunas especies ya adaptadas a las condiciones del lugar se quedaron en el territorio y continuaron sus procesos evolutivos hasta la actualidad (López-Mendoza 1980, Rovirosa 1990, Wendt 1997).

Dos ejemplos de especie neotropical que alcanzan su límite norte en el estado es la sudamericana *Galactia anomala* (Fabaceae), hierba rastrera que crece en la sabana de Huimanguillo, y *Dichorisandra hexandra* (Commelinaceae) una hierba que crece en los claros de la selva. El encino tropical (*Quercus oleoides*) que crece en las sabanas de Huimanguillo, Balancán y Tenosique es ejemplo de especie de origen neártico o boreal; así como el ocote (*Liquidambar styraciflua*) y el encino (*Quercus skinneri,* Castillo-Acosta *et al.* 1995) que crece en la vegetación de bosque mesófilo de montaña en la sierra de Huimanguillo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

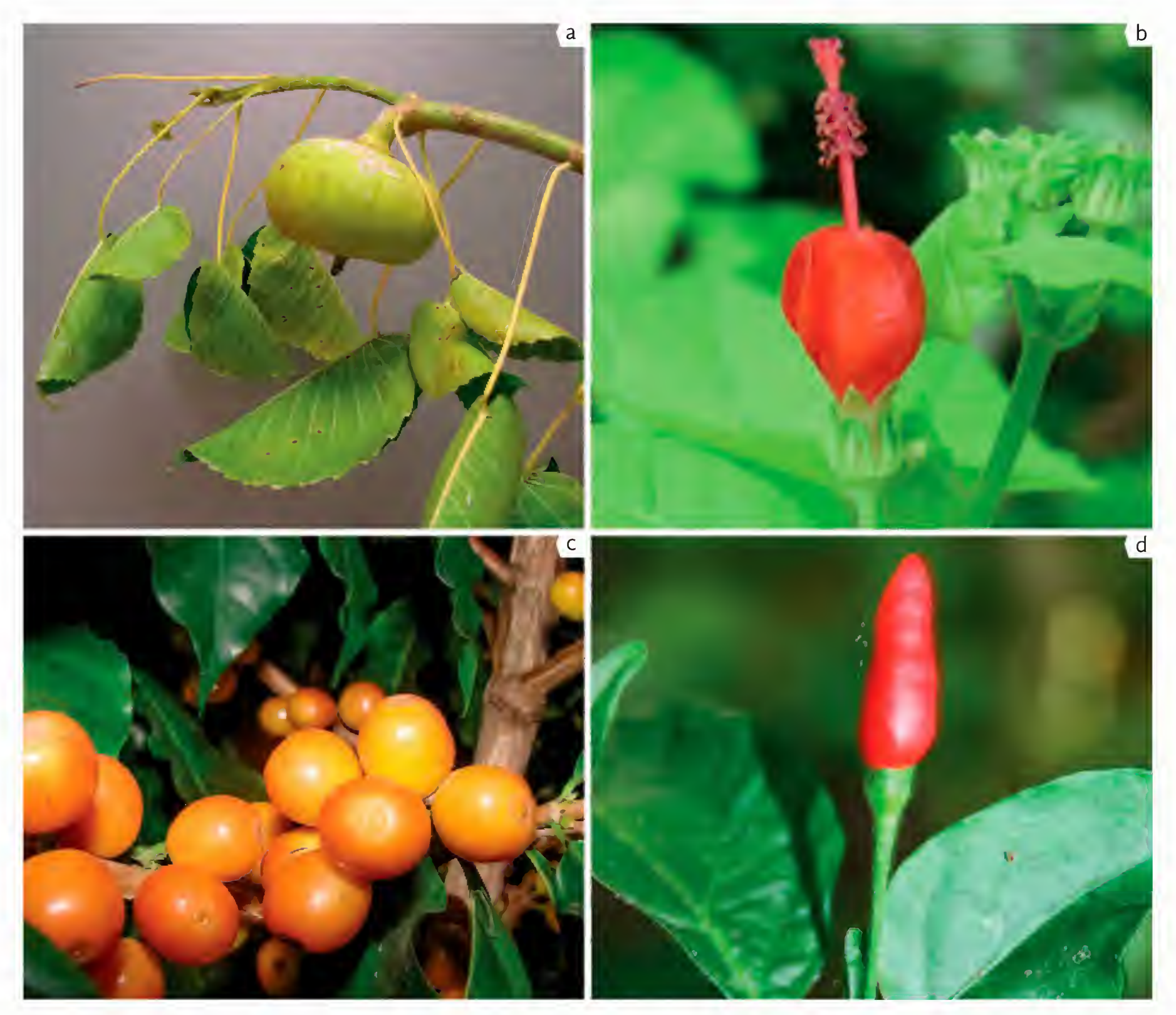


Figura 5. Familias de angiospermas con mayor diversidad. a) Euphorbiaceae, *Hura polyandra*, b) Malvaceae, *Malvaviscus arboreus*, c) Rubiaceae, *Coffea arabica*, y d) Solanaceae, *Capsicum annum*. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez (a, c, d) y María de los Ángeles Guadarrama-Olivera (b).

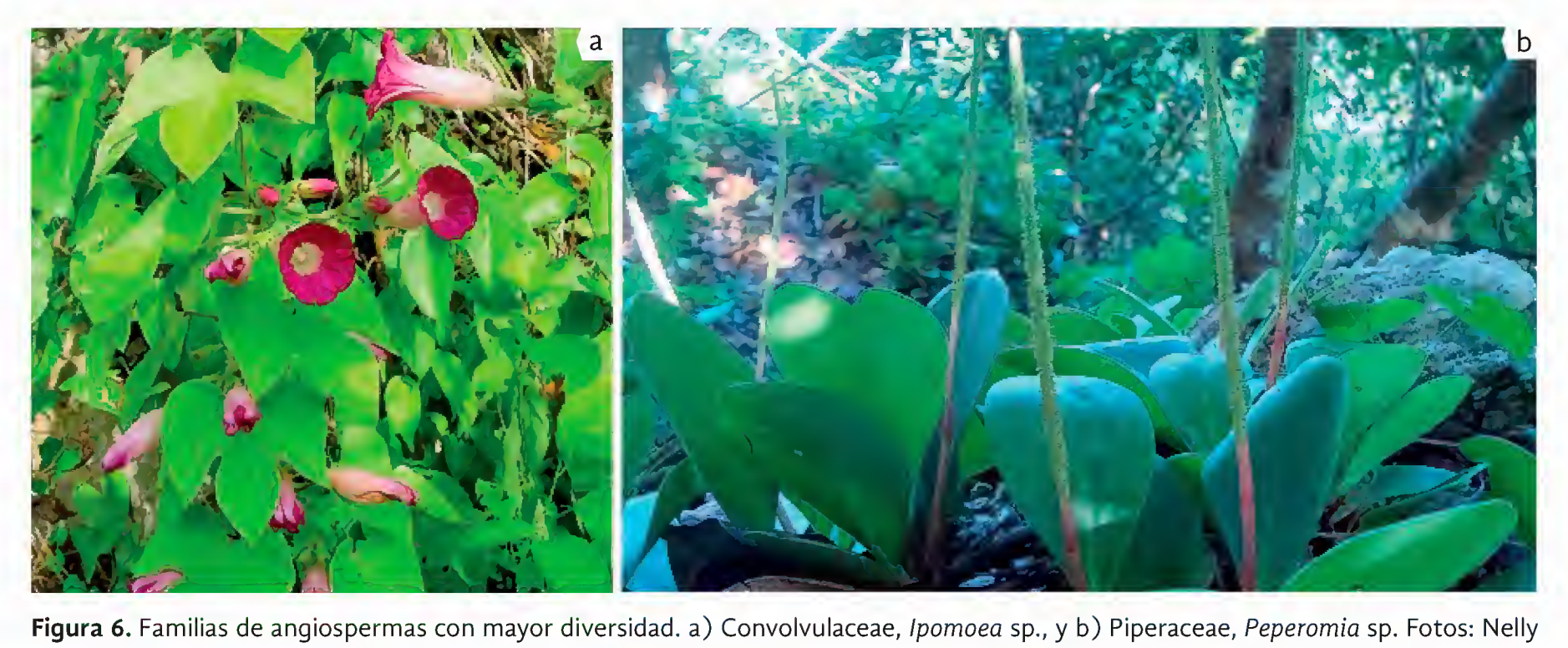


Figura 6. Familias de angiospermas con mayor diversidad. a) Convolvulaceae, *Ipomoea* sp., y b) Piperaceae, *Peperomia* sp. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez (a) y Andrés Manuel de la Cruz-López (b).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Distribución

Las angiospermas se distribuyen a lo largo y ancho del territorio del estado y forman distintas asociaciones vegetales o tipos de vegetación. De esta manera en la línea costera, sobre las dunas de arenas, se observan muchas plantas herbáceas, como riñonina (*Ipomea pescaprae*) de flores blancas y rosas, pasto salado (*Distichlis spicata*), y otras especies herbáceas que resisten altos niveles de salinidad y escasez de agua. En la medida en que se aleja del mar, en la vegetación de las partes más altas de las dunas, se pueden ver arbustos o pequeños árboles como la uva de playa (*Cocoloba uvifera*) con sus características hojas redondas y, muy cerca de éstas, al icaco (*Chrysobalanus icaco*) de hojas brillantes y frutos rosas, ambas especies comestibles (figura 7).

A unos cuantos metros de las dunas se encuentran amplias extensiones de manglares, ya sea en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, la laguna de Mecoacán o en la desembocadura de los ríos Grijalva-Usumacinta. En estos sitios se pueden distinguir los tallos tipo zanco del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), los neumatóforos del mangle prieto (*Avicennia germinans*) y un poco más alejados individuos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*). A ésta se asocian muchas especies de tipo herbáceo, entre las que se observan más abundantes la saladilla (*Batis maritima*) de brillante color verde limón (figura 7) y varias especies de ciperáceas del genero *Eleocharis* spp.

Más hacia el sur, en la planicie costera, hay extensas áreas con plantas acuáticas, entre ellas el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en zonas pantanosas, el chintul (*Cyperus articulatus*), la hojilla (*Thalia geniculata*), el molinillo (*Cyperus giganteus*), los tules (*Typha* spp.) y la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*, figura 8). Las plantas acuáticas presentan diversas adaptaciones morfológicas y fisiológicas para enfrentar estas condiciones de inundación, con agua dulce o salada, de tal manera que pueden ocupar un cuerpo de agua desde las partes más someras hasta las más profundas (p.e. *Utricularia foliosa* y *Nymphaea ampla*), algunas permanecen sumergidas (p.e. *Cabomba caroliniana*) y con frecuencia, se asocian a otro grupo de organismos como algas, que pertenecen al reino protista. Ambos grupos, en conjunto, contribuyen de manera importante con la productividad primaria de los cuerpos de agua (Novelo y Lot 1988, Moreno-Casasola *et al.* 1999).

Intercalados en la parte cercana de la costa existen algunos palmares de guano redondo (*Sabal mexicana*), y extensas áreas de tasiste (*Acoelorrhape wrightii*). Además de la selva de pukté (*Bucida buceras*) en la zona de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla; los tintales, dominados por el palo de tinto (*Haematoxylum campechianum*), forman manchones distribuidos casi desde la costa hasta el centro del estado (figura 9).

En la planicie, pero tierra adentro, se desarrollan diversas asociaciones de selvas inundables, como canacoitales de *Bravaisia integerrima*, que es un árbol con raíces zancudas parecidas a las del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), por lo que también se le conoce como cinto pie y mangle de la selva. Esta particularidad le permite sobrevivir en tierras que se inundan durante seis meses al año. Otra asociación son los apompales dominados por el árbol llamado apompo o zapote de agua (*Pachira aquatica*) que habita en zonas sujetas a inundaciones periódicas. En el estado, esta asociación es particularmente extensa en las inmediaciones del río Tonalá, cerca de los límites con Veracruz y en estrecho contacto con los canacoitales (*Bravaisia integerrima*) y anonales formados por *Annona glabra* (figura 9).

En la planicie también es característico el sauce (*Salix chilensis*) y el guatope (*Inga vera*) que crecen en la orilla de ríos, a los que se les ha sumado *Erithryna fusca,* árbol de flores anaranjadas que fue introducido recientemente como sombra del cacao, pero que se ha dispersado fuera de estos cultivos. En las zonas de lomeríos de los municipios Centro y Macuspana se ven palmas de guano yucateco (*Sabal mauritiformis*) y de cocoyol (*Acrocomia mexicana*), reminiscencia de las selvas que ahí se desarrollaron (figura 10).

En la sierra, donde se localizan algunas áreas con vegetación natural, se puede distinguir una mayor variedad de plantas, entre árboles, arbustos, hierbas y bejucos entremezclados unos con otros en sus follajes o viviendo unas sobre las otras, dentro de las selvas altas o medianas, en la vegetación riparia o aun en los ambientes manejados por el hombre (p.e. huertos familiares, cacaotales, plantaciones de hule, cafetales, cercos vivos o potreros; figura 10). Al viajar por las carreteras del estado es fácil observar algunas plantas silvestres que han quedado como vestigio de la vegetación primaria; por ejemplo, macuilis (*Tabebuia rosea*), jobos (*Spondias mombin*), platanillos (*Heliconia* spp.), palos gusano (*Lonchocarpus* spp.) y guarumos (*Cecropia obtusifolia*).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

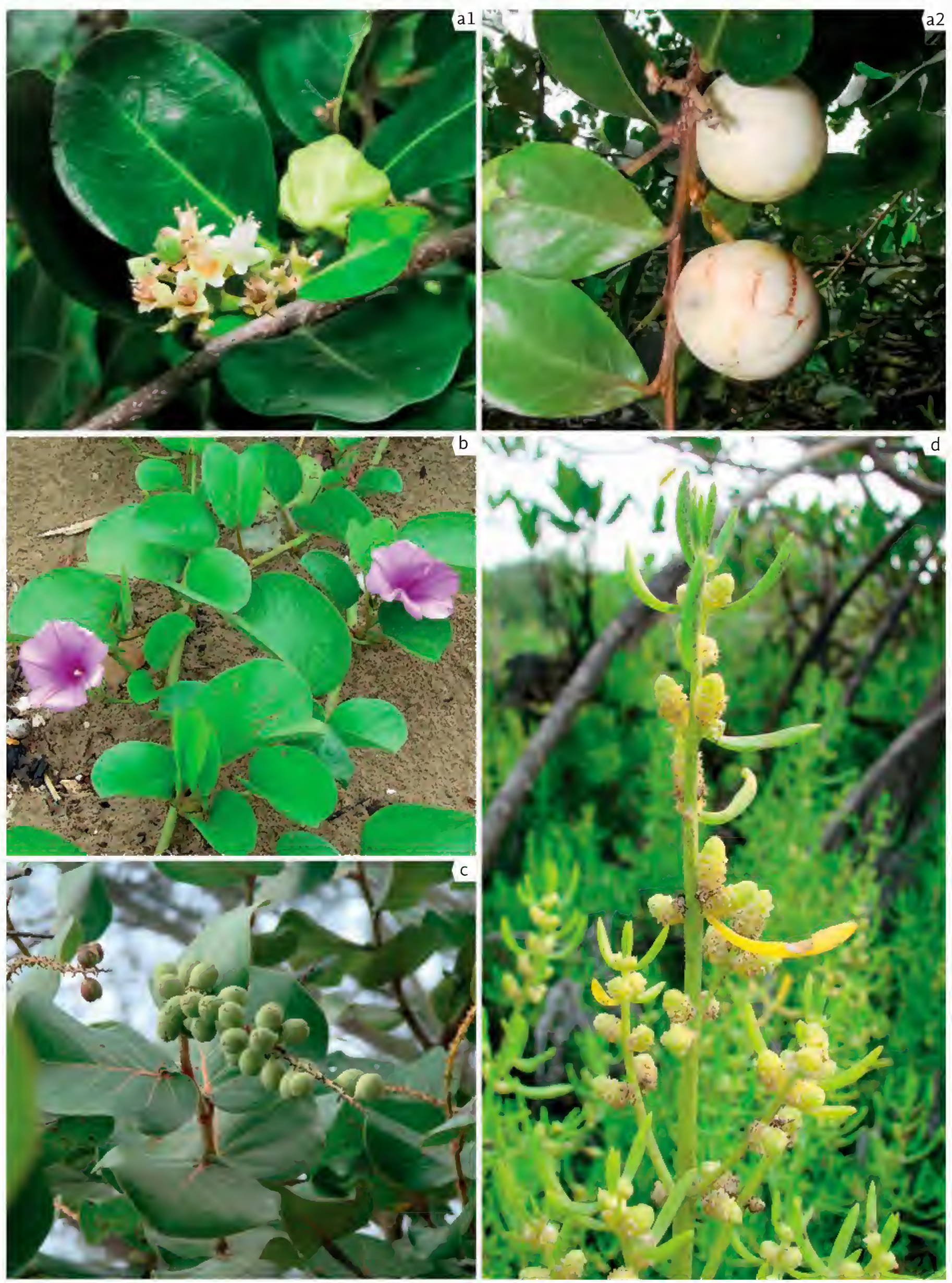


Figura 7. a1, a2) Flores y frutos de icaco (*Chrysobalanus icaco*), b) riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), c) uva de playa (*Coccoloba uvifera*), y d) saladilla (*Batis marítima*), planta herbácea común en manglares. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez (a, c, d) y María Armida Frías (b).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 8. Asociaciones de plantas hidrófitas. a) Popal de *Thalia geniculata*, b y c) pradera de lirio acuático y flores de *Eichornia crassipes*, y d) tular de *Typha dominguensis*. Fotos: Gonzalo Ortiz-Gil (a, b) y Nelly del Carmen Jiménez-Pérez (c, d).

Las cifras que arroja la consulta de las bases de datos del herbario de la UJAT reflejan cómo se reparten las especies en los principales tipos de ambientes (cuadro 5). Destaca la vegetación ruderal, que se encuentra a orilla de caminos, integrada por especies herbáceas y arbustivas que, en su mayoría, se consideran como arvenses, resisten el paso de vehículos, el pisoteo de animales y todo tipo de perturbación, tienen ciclos de vida cortos, alta producción de semillas, crecimiento rápido y de amplia distribución. Por el contrario, es de resaltar la riqueza florística de las selvas, a pesar de que esta vegetación ocupa sólo pequeños rodales en la planicie y algunas franjas en la serranía del estado; contrasta con la vegetación acuática que ocupa mayor superficie en la planicie costera pero posee menor riqueza florística. Esto se refuerza con los datos reportados por Hanan-Alipi (1997) quien reporta 626 especies de angiospermas en las selvas que ocupan las 5 336 ha que comprende la sierra Madrigal, en el municipio Teapa. Por otra parte, entre lo registrado por Novelo y Ramos (2005), más la información extraída de las bases de datos del herbario UJAT se registran 735 especies del mismo grupo en diferentes asociaciones de vegetación acuática, manglares y selvas inundadas de las 300 mil ha en los Pantanos de Centla.

Tabasco tiene pocas especies endémicas, entre ellas *Zapoteca quichoi*, un arbusto silvestre perteneciente a la familia de las leguminosas que crece en la sierra Madrigal; *Chysis limminghei*, una orquídea silvestre

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 9. a) Tasistales, *Acoelorraphe wrightii*, dentro de sabanas, b) tintales de *Haematoxylum campechianum*, c) apompo, *Pachira aquatica*, y d) anonales de *Annona glabra*. Fotos: Nelly del Carmen Jiménez-Pérez (a, d) y Gonzalo Ortiz-Gil (b, d).

(compartida con Veracruz); y *Byttneria fluvialis*, una planta trepadora que pertenece a la familia del cacao (Malvaceae), escasa dentro de las selvas acahualadas de la zona pantanosa de la región (figura 11).

Otro grupo de interés fitogeográfico lo constituyen *Rechia simplicifolia*, *Chamaedorea tuerckheimii*, *Ch. tennella* y *Costus dirzoi*, por presentar una distribución restringida a ciertas zonas del sureste de México (Tabasco, Oaxaca, Veracruz y Chiapas), así como a la región fisiográfica Tierras Bajas Interiores de Petén, en Guatemala.

Importancia ecológica, económica y cultural

Las angiospermas constituyen uno de los componentes estructurales más importantes de los diversos ecosistemas, que se identifican por tipos de vegetación. Estas permiten el ingreso de energía del sol, mediante la fotosíntesis, a las diversas redes tróficas, y con ello funcionan los mismos ecosistemas; a su vez, proporcionan un conjunto de funciones ecológicas, como la captura de carbono, reciclaje de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 10. a) Asociación de guano redondo, *Sabal mexicana*, con milpa; b) vegetación riparia a orillas del río Puyacatengo, Teapa; y c) huerto familiar en la sierra de Huimanguillo. Fotos: Gonzalo Ortiz-Gil (a, b) y María de los Ángeles Guadarrama-Olivera (c).

Cuadro 5. Distribución de las especies de la flora de angiospermas, por tipos de ambientes entre naturales y perturbados.

	Tipo de ambientes	Número de especies
1	Selva	889
2	Sabana	231
3	Tinto	92
4	Manglar	88
5	Acahual	447
6	Ruderal	898
7	Potrero	322
8	Cultivo	365
9	Acuática	249
10	Selvas de canacoíte	109
11	Riparia	415
12	Bosque mesófilo	45
13	Dunas	63

Fuente: bases de datos del herbario UJAT.

elementos químicos, retención de suelo, regulación de los ciclos hidrológicos y de los microclimas. Por tal razón, al eliminar la vegetación natural se modifican estas funciones, ya que provocan erosión de los bordes de los ríos, flujo más rápido del agua, modificación de los microclimas, inundación y sedimentación de áreas adyacentes, modificación del reciclaje de los componentes químicos, así como pérdida de la biodiversidad y de recursos genéticos potencialmente útiles para el hombre.

Por otra parte, el territorio tabasqueño ha sido escenario del desarrollo de dos de las culturas más importantes de México y Mesoamérica: la olmeca y la maya. Esto es relevante porque indica que desde hace mucho tiempo ha estado ocupado por grupos humanos que interactúan con las plantas, lo que genera

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 11. a) *Chysis limminghei,* orquídea silvestre endémica de Veracruz y Tabasco, y b) ilustración de *Byttneria fluvialis*. Foto: Gonzalo Ortiz-Gil; ilustración: B. Shaw 1999, en Fryxell y Guadarrama 2001.

un intenso proceso de domesticación de las mismas, así como de creación de tecnología para su apropiación.

Con la llegada de los europeos al estado se dio un proceso de introducción de angiospermas de otras partes del mundo, las que se sumaron a las ya utilizadas por las poblaciones locales.

Un resultado de esta interacción lo constituyen las aproximadamente 1 000 especies que son utilizadas por las diferentes comunidades rurales y urbanas del estado, lo que indica que alrededor de 33% de su flora registrada hasta ahora es útil, ya que se satisfacen una treintena de usos básicos para la sobrevivencia. Sólo basta visitar el mercado Pino Suárez en la ciudad de Villahermosa para constatar esta gran riqueza cultural y biológica, pues ahí se encuentran, por los menos, la comercialización de aproximadamente 200 especies; y el mercado Mazariego de la ciudad de Teapa, donde se pueden encontrar plantas típicas de la selva de la sierra, que son comercializadas de diferentes maneras (Ortiz-Gil 2010).

Entre las especies cultivadas más comunes y que se pueden encontrar en cualquiera de los municipios del estado están el maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), yuca (*Manihot esculenta*), perejil (*Eryngium foetidum*), cilantro (*Coriandrum sativum*), plátano (*Musa* spp.), zapote (*Pouteria sapota*), chicozapote (*Manilkara zapota*), mango (*Mangifera indica*), coco (*Cocos nucifera*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), anona (*Annona reticulata*), naranja (*Citrus sinensis*), tamarindo (*Tamarindus indica*), papaya (*Carica papaya*), pitahaya (*Hylocereus undatus*), jujo (*Passiflora* spp.), aguacate (*Persea americana*), chinin (*Persea schiedeana*), guanábana (*Annona muricata*), nance (*Byrsonima crassifolia*), chayote (*Sechium edule*) y calabaza (*Cucurbita moschata*); árboles maderables como cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), teca (*Tectona grandis*) y tatúan (*Colubrina arborea*); ornamentales como el macuilis (*Tabebuia rosea*), framboyán (*Delonix regia*), guayacán (*Tabebuia guayacan*) y palma real (*Roystonea regia*).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sin embargo, muchas especies de recolección sólo se encuentran en los municipios en donde aún queda selva o vegetación silvestre; de esta manera, en Teapa y Tacotalpa es posible encontrar shuco (*Calathea allouai*), tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*), pichicoso (*Witheringia meiantha*), hoja de gua (*Renealmia exaltata*), flor de chile (*Spatiphyllum phryniifolium*), barbasco (*Dioscorea composita*), bellota gris (*Sterculia apetala*), entre otros, además de especies maderables como bojón (*Cordia alliodora*), amargoso (*Vatairea lundellii*) y cedrillo (*Guarea glabra*).

El uso de algunas especies está restringido a alguna zona; por ejemplo, la cañita (*Cyperus canus*) sólo se cultiva en el municipio Nacajuca para fabricar petates; la jícara (*Crescentia cujete*) se trabaja en el municipio Jalpa, el motusay (*Philodendron radiatum*) se recolecta para elaborar artesanías en el pueblo Tapijulapa; el bayil (*Desmoncus chinantlensis*) se emplea en el municipio Jonuta para elaborar cestas; la recolección del guano redondo (*Sabal mexicana*) para fabricar sombreros y la espadilla (*Typha domingensis*) y el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) para la hacer artesanías en Nacajuca.

Por su parte, las angiospermas más importantes por su valor económico y extensión son: cacao, plátano, caña de azúcar, cocotero, arroz, maíz, naranja, limón, frijol, piña, hule, café, chile, sandía, melón y papaya; diversas plantas maderables como cedro, caoba, macuilis, bojón, teca, melina (*Gmelina arborea*) y eucalipto (*Eucaliptus* spp.); y las especies forrajeras como estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y remolino (*Paspalum notatum*).

Principales amenazas

El crecimiento de los núcleos de población, que demandan más espacio y recursos para sobrevivir y reproducirse socialmente, constituyen la principal amenaza de la flora, entendida como el conjunto de especies de plantas que habitan el territorio tabasqueño. A ello se suma la actividad de la industria petrolera y la extractiva (de roca y de arena), acciones que provocan la fragmentación de los ecosistemas, erosionan los causes de los ríos, modifican la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, reducen la superficie de vegetación natural y amenazan y extinguen las diferentes especies de plantas.

No hay una política efectiva de conservación de las áreas ya declaradas como reservas. Algunas políticas de las instituciones oficiales, lejos de conservar, en el fondo promueven la destrucción de la selva y otros ecosistemas naturales como la sabanas o las selvas inundables de canacoíte; por ejemplo, los programas agrícolas, como el fomento del cultivo del maíz, cítricos, eucalipto y plátano, entre otros.

Situación y estado de conservación conservación *ex situ*

Uno de los esfuerzos más importantes a escala estatal es el Jardín Agrícola Tropical Puyacatengo, iniciado en 1974, que pertenece a la Unidad Regional Sur Sureste de la UACh. Actualmente su colección alberga cerca de 500 especies, principalmente de la flora útil de la región tropical de México y del mundo; cuenta con diversas secciones: un área diversificada (200 especies), un *arboretum* (135 especies de árboles nativos), un *palmetum* de especies nativas y exóticas (50), una colecta de cacao (37 clones), un área de cítricos (seis especies y 28 variedades), una sección de mangos y diversas especies ornamentales (figura 12).

La gestión del jardín botánico universitario José Narciso Rovirosa dio inicio en el año 1992, con el objetivo de determinar la distribución y el estado actual de las especies florísticas que están amenazadas o en peligro de extinción en el estado y la región, así como de diseñar las estrategias o investigaciones para el rescate y propagación de dichas especies (figura 12). Actualmente, la investigación del jardín se enfoca en el rescate y conservación de 15 especies de la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cuatro especies más de interés regional.

Además de estos esfuerzos de conservación, existen en la entidad otras iniciativas como el jardín de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la UJAT, la reserva de herbolaria medicinal Jardín de Dios en el ejido Zunú y Pa-tastal, en el municipio Tacotalpa y la finca Las Lilias del Gobierno del Estado de Tabasco, en Teapa.

Conservación *in situ*

Para Tabasco se han decretado 13 áreas naturales protegidas (ANP) y para 11 de ellas se han documentado listados florísticos. La flora que resguarda el sistema de ANP del estado consta de 1 861 especies de angiospermas, lo que constituye 62.8% del total registrado para la entidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 12. a) Instalaciones del Jardín Agrícola Tropical de Puyacatengo, Teapa; y b) sendero en el jardín botánico José Narciso Rovirosa, DACBiol-UJAT, Tabasco. Fotos: Gonzalo Ortiz-Gil (a) y Nelly del Carmen Jiménez-Pérez (b).

Florísticamente, la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) resulta más diversa con 735 especies, seguido por las áreas de selva, altas y medianas, con 626 especies en el Parque Estatal de la Sierra de Tabasco y 577 en el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta.

Del total de especies presentes en las diferentes ANP, más de 50% (1 018 especies) tiene representación en una sola área de reserva (cuadro 6), lo que pone de manifiesto la necesidad de garantizar la preservación de estos espacios naturales.

Cuadro 6. Angiospermas que habitan exclusivamente en sólo una de las ANP del estado.

Área Natural Protegida	Número de especies exclusivas
Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla	305
Parque Estatal de la Sierra de Tabasco	239
Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta	164
Parque Ecológico de La Chontalpa	158
Parque Estatal Agua Blanca	59
Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumká	35
Reserva Ecológica Laguna de la Ilusiones	23
Reserva Ecológica Río Playa	21
Reserva Ecológica Cascadas de Reforma	7
Reserva Ecológica Yu-Balcah	4
Parque Ecológico Laguna del Camarón	3

Fuente: bases de datos del herbario UJAT.

Conclusiones y recomendaciones

1. Las angiospermas son el principal grupo de la flora vascular de Tabasco en el que se representa por lo menos 13.2% de la existente en el país. Su riqueza se explica por su historia geológica y evolución natural, así como por la cultural de la región. A pesar de la colecta más sistemática hecha en las últimas cuatro décadas, se requiere más esfuerzo para tener un conocimiento cabal de las mismas.
2. Esta flora ha estado en interacción con los grupos humanos desde antes de la llegada de los europeos, que ha dado como resultado la utilización de aproximadamente 1 000 especies y representa un recurso importante que se expresa en la economía y sobrevivencia de la población local, además de que hace falta explorar más el potencial de la flora silvestre.
3. La flora está sometida a una altísima presión por las actividades humanas derivadas del crecimiento de su población y de las actividades productivas, lo que modifica la estructura y función de los diferentes tipos de vegetación natural y, con ello, reduce de manera considerable la superficie y la diversidad de plantas que lo forman.
4. Las ANP y la conservación *ex situ* en el estado protegen alrededor de 1 861 especies. A pesar del alto número de reservas, hay un número

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

importante (50%) de especies que sólo se encuentran en un sitio, lo que no garantiza su sobrevivencia y evolución natural.

5. Es importante conservar a toda costa las áreas donde todavía se encuentran vegetación natural, como las selvas, e impedir la modificación o el impacto sobre los ecosistemas ubicados en las planicies, como las asociaciones vegetales hidrófitas. También es necesario identificar y promover el establecimiento de más áreas naturales que contemplen otras especies que no se incluyen en las ya establecidas, como las pequeñas áreas con bosque mesófilo de montaña.
6. Estos esfuerzos deberán considerar el problema de manera integral e incluir en los procesos de conservación a los pobladores de las comunidades, a las instituciones de educación e investigación y a las instituciones oficiales encargadas de aplicar la normatividad y la gestión. Al mismo tiempo se requiere un mayor apoyo a los diferentes grupos de investigación de las instituciones locales que tiendan a conocer, conservar y aprovechar la flora, pues sin plantas ni conocimiento no hay futuro.

Referencias

APG. The Angiosperm Philogeny Group. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85:531-553.

Borhidi, A., M.A. Guadarrama-Olivera, G. Ortiz-Gil y N.C. Jiménez-Pérez. 2006. Estudios sobre Rubiaceae mexicanas, VII. Tres especies nuevas de *Arachnotrhyx* Planch. (Rondeletieae) de Oaxaca y Tabasco. *Acta Botanica Hungarica* 48:39-41.

Castillo-Acosta, O., D. Olán, U. Narváez *et al.* 1995. El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. En: *Libro de Resúmenes del XIII Congreso de Botánica: Diversidad Vegetal de México*. Universidad del estado de Morelos/Sociedad Botánica de México, México.

Cowan, C.P. 1983. *Listados florísticos de México. I. Flora de Tabasco*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Cronquist, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. The New York Botanical Garden, Nueva York.

Dahlgren, R. 1983. General aspects of angiosperm macrosystematics. *Nordic Journal of Botany* 3:119-149.

Fryxell, P.A. y M.A. Guadarrama-Olivera. 2001. New mexican species of *Byttneria* (Sterculiaceae), *Bakeridesia* (Malvaceae) and *Triumfetta* (Tiliaceae). *Brittonia* 53:59-65.

González-Medrano, F. 1998. La vegetación de México y su historia. *Ciencias* 52:58-65.

Guadarrama-Olivera, M.A. y G. Ortiz-Gil. 2000. Análisis de la flora de la Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 15:67-104.

——. 2001. Evaluación y análisis preliminar del proyecto flora de Tabasco, México. En: *Resúmenes de Simposio del XV Congreso Mexicano de Botánica*. Sociedad Botánica de México, Querétaro.

Hanan-Alipi, A.M. 1997. *Análisis florístico de la sierra del Madrigal, Teapa, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UNAM, México.

Heller, C.B. 1987. *Viajes por México en los años 1845-1848*. Banco de México, México.

Hernández, H.M. y A.M. Hanan-Alipi. 1998. *Zapoteca quichoi* (Leguminosae, Mimosoideae), a new species from southeastern Mexico. *Brittonia* 50:211-213.

Heywood, V.H. 1985. *Las plantas con flores*. Reverté S.A., Barcelona.

Ingrouille, M. y B. Eddie. 2006. *Plants: evolution and diversity*. Cambridge University Press, Nueva York.

López-Mendoza, R. 1980. *Los tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACh, Texcoco.

Lot, A., A. Novelo y C.P. Cowan. 1981. Hallazgo en México de una euforbiacea acuática originaria de Sudamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 39:83-89.

Lundell, L.C. 1942. Flora of eastern Tabasco and adyacent Mexican areas. Studies of American spermatophytes III. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 8:1-95.

Montenegro, P. 1945. Materia médica misionera. Biblioteca Virtual del Paraguay. En: ‹*http://www.bvp.org.py/biblio_htm/montenegro/prelim.htm*›, última consulta: 28 de septiembre de 2011.

Moreno-Casasola, P., H. López y S. Garza. 1999. La vegetación de los humedales mexicanos. En: *Manual para el manejo y la conservación de los humedales en México*. M. Abarca y N. Herzig (eds.). Dirección General de Vida Silvestre-SEMARNAT, pp. 2-77.

Novelo, A. y A. Lot. 1988. Importancia de la vegetación acuática en los ecosistemas naturales. En: *Memoria del Simposio Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. División Regional Tabasco-Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos/Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Novelo, A. y L. Ramos. 2005. Vegetación acuática. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, pp. 111-144

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Ortiz Gil, G. 2010. Responsable del Jardín Agrícola Tropical Puyacatengo. Unidad Regional Universitaria Sursureste, Universidad Autónoma Chapingo. Comunicación personal, mayo.

Pérez, L.A., M. Sousa, A.M. Hanan *et al.* 2005. Vegetación terrestre. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, pp. 65-110.

Rovirosa, J.N. 1978a. Vida y trabajos del naturalista belga Augusto B. Ghiesbreght, explorador de México. En: *Obras científicas de J. N. Rovirosa (1888-1910)*. Sociedad Mexicana de Historia Natural/Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 211-217.

——. 1978b. Rasgos biogeográficos del Dr. Ezequiel P. Johnson y noticias relativas a su colección botánica. En: *Obras científicas de J. N. Rovirosa (1888-1910)*. Sociedad Mexicana de Historia Natural/Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 721-723.

——. 1990. *Pteridografía del sur de México*. ICT Ediciones/Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Rzedowski, J., G. Calderón de Rzedowski y A. Butanda. 2009. *Los principales colectores de plantas activos en México entre 1700 y 1930*. Instituto de Ecología, A.C./Centro Regional del Bajío/CONABIO.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Takhtajan, A.L. 1997. *Diversity and classification of flowering plants*. Columbia University Press, Nueva York.

Thorne, R.F. 1992. An updated phylogenetic classification of the flowering plants. *Aliso* 13:365-389.

Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliphyta de México. *Inerciencia* 28:160-167.

Wendt, T. 1987. Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: Evidencia de nuevos refugios florísticos-cenozoicos. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Botánica)* 58:29-54.

West, R.C., P. Psuty y B.G. Tom. 1976. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad parasitaria en peces de agua dulce y su impacto en sistemas de cultivo

Leticia García Magaña y Serapio López Jiménez

Introducción

Los cuerpos de agua dulce de Tabasco representan una importante cantidad y diversidad de ecosistemas naturales que, desde hace algún tiempo, han llamado la atención como recursos bióticos explotables. En estos ambientes, uno de los principales recursos son los peces de agua dulce; sin embargo, un factor que limita su aprovechamiento son sus parásitos, ya sea en la producción extensiva o intensiva. Por esto, en Tabasco en los años ochenta se iniciaron los primeros estudios para llevar a cabo la determinación previa de los parásitos más comunes de peces de importancia comercial, y determinar su potencial impacto en la acuacultura actual y futura de la planicie deltaica Grijalva-Usumacinta. Con esto se desarrollaron los primeros estudios taxonómicos con los que empezó el inventario de la fauna parasitológica del estado, al identificar los parásitos que pueden impactar en los sistemas de producción del estado, y formar una colección científica de referencia y apoyo a otras líneas de investigación futuras.

El presente estudio incorpora los registros de la Colección parasitológica del sureste de México (CPSM) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) y de los estudios sobre parásitos de peces en el estado que se llevaron a cabo desde 1984 en el laboratorio de parasitología de la División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT. Se amplían los registros con información sobre protozoarios, hirudíneos, pentastómidos y crustáceos parásitos, ya que las publicaciones sobre registros para el estado únicamente han considerado a los helmintos. Se señalan las localidades de estudio y hospederos examinados, se mencionan los principales trabajos desarrollados, los grupos registrados con la aportación que dan en número de especies parásitas y finalmente se dan a conocer especies que representan un peligro potencial y los parásitos registrados en sistemas de producción de Tabasco.

Para la adecuada curación de los parásitos se siguieron las técnicas más comunes sobre fijación, conservación y procesamiento propuestas por Lamothe-Argumedo (1997), Eiras *et al.* (2000) y Vidal-Martínez *et al.* (2001). La identificación taxonómica se llevó a cabo con la ayuda de claves especializadas y especialistas de los diferentes grupos. El material se encuentra depositado en la CPSM, los registros citados en los cuadros forman parte de esta colección. La información referente a helmintos está compilada y capturada en BIOTICA V. 4, propuesto por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO; García-Magaña y López-Jiménez 2003).

Registros de localidades y hospederos de parásitos

Dentro de la red hidrográfica del estado se tienen 41 sitios de recolecta para los estudios parasitológicos de Tabasco: región Sierra (cinco sitios Teapa y Tacotalpa); los Ríos (24 sitios en Tenosique, Balancán, Emiliano Zapata, Jonuta y Centla, 10 de ellos dentro de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla); La Chontalpa (siete sitios en Huimanguillo, Cunduacán, Jalpa de Méndez, Nacajuca y Paraíso); y Centro (cinco sitios) que abarcan las cuatro regiones en que se encuentra dividido el estado en función de características morfológicas, hidrográficas y de algunos aspectos socioeconómicos (Velázquez-Villegas 1994).

Los registros parasitológicos se han llevado a cabo en 50 especies de peces, los cuales actúan como hospederos intermediarios y definitivos de una

García-Magaña, L. y S. López-Jiménez. 2019. Diversidad parasitaria en peces de agua dulce y su impacto en sistemas de cultivo. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 235-242.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

gran diversidad de parásitos (Salgado-Maldonado 2006). Espinosa-Pérez *et al.* (1993) mencionan a 384 especies de peces dulceacuícolas para México, y Miller (2005) señala más de 500 y menciona a la provincia del Usumacinta como la más diversa, con lo que se confirma que representantes de las familias Cichlidae y Poeciliidae son las más abundantes. Del total de especies de peces registrados en este trabajo, la familia Cichlidae es la mejor representada con 25 especies, seguida de la familia Poeciliidae.

Composición taxonómica de los registros de parásitos

Los helmintos en peces de agua dulce son el grupo más estudiado y diverso en México, a diferencia de los protozoos y crustáceos, de ahí el escaso registro de especies. Existen diversos estudios sobre parásitos de peces para Tabasco (Pineda-López *et al.* 1985, Fucugauchi-Suárez del Real *et al.* 1988, Aguirre-Macedo y García-Magaña 1994, López-Jiménez 2001, García-Magaña y López-Jiménez 2008). Algunos de estos registros resultaron ser especies nuevas para la ciencia (Pineda-López y Andrade-Salas 1989, Lamothe-Argumedo *et al.* 1991, Andrade-Salas *et al.* 1994, Moravec *et al.* 2002).

Salgado-Maldonado (2006) cita 262 especies de helmintos en peces de agua dulce de México. Salgado-Maldonado *et al.* (2005) registran para Tabasco 110 especies de helmintos como parásitos de peces dulceacuícolas, que corresponden a 42% del total de los reportados para México. Para el presente estudio, el total de las especies de parásitos registradas es de 122 y están distribuidas en 43 familias de 11 clases taxonómicas: platelmintos (monogéneos con 27 especies en seis familias, tremátodos con 50 especies en 11 familias, y céstodos con siete especies en cinco familias); acantocéfalos (cuatro especies en tres familias); nemátodos (21 especies en siete familias); protozoarios (cinco especies en cinco familias); crustáceos (seis especies en cinco familias); e hirudíneos y pentastómidos (una especie en una familia cada grupo; cuadros 1 y 2).

Los tremátodos presentaron el mayor número de especies parásitas, principalmente en forma de metacercarias (formas inmaduras). Las metacercarias más frecuentes fueron *Clinostomum* sp. y *Austrodiplostomum compactum*; mientras que en forma adulta, las más recurrentes fueron *Crassicutis*

Cuadro 1. Grupos de helmintos y crustáceos parásitos de peces de agua dulce en Tabasco.

Clase	Familias
Monogenea	Ancyrocephalidae
	Capsalidae
	Diplectanidae
	Gyrodactylidae
	Mazocraeidae
	Microcotylidae
Trematoda	Acanthostomidae
	Clinostomidae
	Cryptogonimidae
	Diplostomatidae
	Derogenidae
	Echinostomatidae
	Haploporidae
	Heterophyidae
	Homalometridae
	Opisthorchidae
	Strigeidae
Cestoda	Bothriocephalidae
	Dilepididae
	Monticelliidae
	Proteocephalidae
	Tetrarhynchobothriidae
Acanthocephala	Cavisomidae
	Neoechinorchynchidae
	Polymorphidae
Nematoda	Anisakidae
	Camallanidae
	Cosmocercidae
	Cucullanidae
	Cystidicolidae
	Gnathostomidae
	Rhabdochonidae
Crustacea	Argulidae
	Caligidae
	Ergasilidae
	Lernaeidae
	Lernanthropidae
Hirudinea	Piscicolidae
Pentastomida	Sebekiidae

Fuente: Colección parasitológica del sureste de México de la UJAT.

Cuadro 2. Grupos de protozoarios parásitos de peces de agua dulce en Tabasco.

Clase	Familia	Especie
Oligohymenophorea	Ichthyophthiriidae	*Ichthyophthirius multifiliis*
Myxosporea	Myxobolidae	*Henneguya* sp.
		Myxobolus sp.
Ciliophora	Epistylidae	*Epystilis* sp.
	Urceolariidae	*Trichodina* sp.

Fuente: Colección parasitológica del sureste de México de la UJAT

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

cichlasomae y *Oligogonotylus manteri*. De los acantocéfalos, el más común fue *Neoechinorhynchus golvani*; y de los nemátodos *Procamallanus (Spirocamallanus) rebecae* y *Contracaecum* sp.

En México los estudios de protozoos son muy escasos y los registros efectuados han sido principalmente en especies de peces de cultivo, y relativamente pocos en especies silvestres; varios de estos registros son de algunos mixosporidios, como *Henneguya* spp. y *Myxobolus* spp. Dentro de las especies más frecuentes registradas en peces de agua dulce del estado están los ciliados, como *Trichodina* sp. e *Ichthyophthirius multifiliis,* de los cuales, particularmente este último causa altas mortalidades en los sistemas de cultivo, sobre todo en organismos jóvenes (cuadro 3, figura 1).

Los crustáceos se encuentran frecuentemente parasitando a los peces, sobre todo los de la subclase Copepoda. Pueden ocasionar altas mortalidades, como *Lernaea cyprinacea*, que ha sido diseminada a muchos países, entre ellos México, y actualmente se registra en Tabasco. Otras especies registradas son las de los géneros *Ergasilus, Acusicola, Lernanthropus* y *Caligus*. Los branquiuros son una subclase de crustáceos maxilópodos en un sólo orden (Arguloida) y una sola familia (Argulidae). Los argúlidos comprenden a los géneros *Argulus* y *Dolops* (Martin y Davis 2001), que son ectoparásitos y suelen fijarse sobre el cuerpo del pez y en las branquias, a veces en cantidades tan grandes que pueden ocasionar la muerte del animal.

Especies que representan un peligro potencial

En México, son diversos los casos documentados de introducciones de parásitos que actualmente representan serios peligros para nuestra salud y para los sistemas de producción, y que han sido dispersados tanto a diferentes ambientes acuáticos como a su fauna íctica (Salgado-Maldonado *et al*. 1986, Almeyda-Artigas 1991, García-Prieto y Osorio-Sarabia 1991, Scholz y Salgado-Maldonado 2000, Salgado-Maldonado y Pineda-López 2002). Algunos parásitos pueden causar problemas zoonóticos, es decir, pasan de los peces al ser humano cuando estos los consumen, principalmente porque son etapas larvarias y se alojan en la musculatura. Entre estos organismos se pueden mencionar a varias especies de la familia Heterophyidae, como las especies de los géneros *Ascocotyle* y *Centrocestus*, y *Clinostomum* de la familia Clinostomidae dentro de los tremátodos. En el grupo de los nemátodos se han

Cuadro 3. Especies representativas de la diversidad de parásitos de peces del estado.

Figura	Nombre científico	Grupo
a	*Cichlidogyrus thurthonae*	Monogeneo
b	*Sciadicleithrum mexicanum*	Monogeneo
c	*Centrocestus formosanus* (metacercaria enquistada en filamento branquial)	Tremátodo
d	*Uvulifer* sp. (metacercaria enquistada en filamento branquial)	Tremátodo
e	*Clinostomum tataxumui* (metacercaria)	Tremátodo
f	*Cladocystis trifolium* (metacercaria)	Tremátodo
g	*Crasicutis cichlasomae* (adulto)	Tremátodo
h	*Genarchella tropica* (adulto)	Tremátodo
i	*Neochasmus olmecus* (adulto)	Tremátodo
j	*Tabascotrema verai* (adulto)	Tremátodo
k	*Neoechinorhynchus golvani*	Acantocéfalo
l	*Gnathostoma* sp. (larva)	Nemátodo
m	*Gnathostoma* sp. (parte anterior)	Nemátodo
n	*Acusicola* sp.	Copépodo
ñ	*Acusicola* sp. (en filamento branquial)	Copépodo
o	*Argulus mexicanus*	Crustáceo
p	*Dolops* sp.	Crustáceo
q	*Sebekia* sp. (larva)	Pentastómido
r	*Sebekia* sp. (parte anterior)	Pentastómido
s	*Trichodina* sp.	Protozoario

Fuente: Colección parasitológica del sureste de México de la UJAT.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

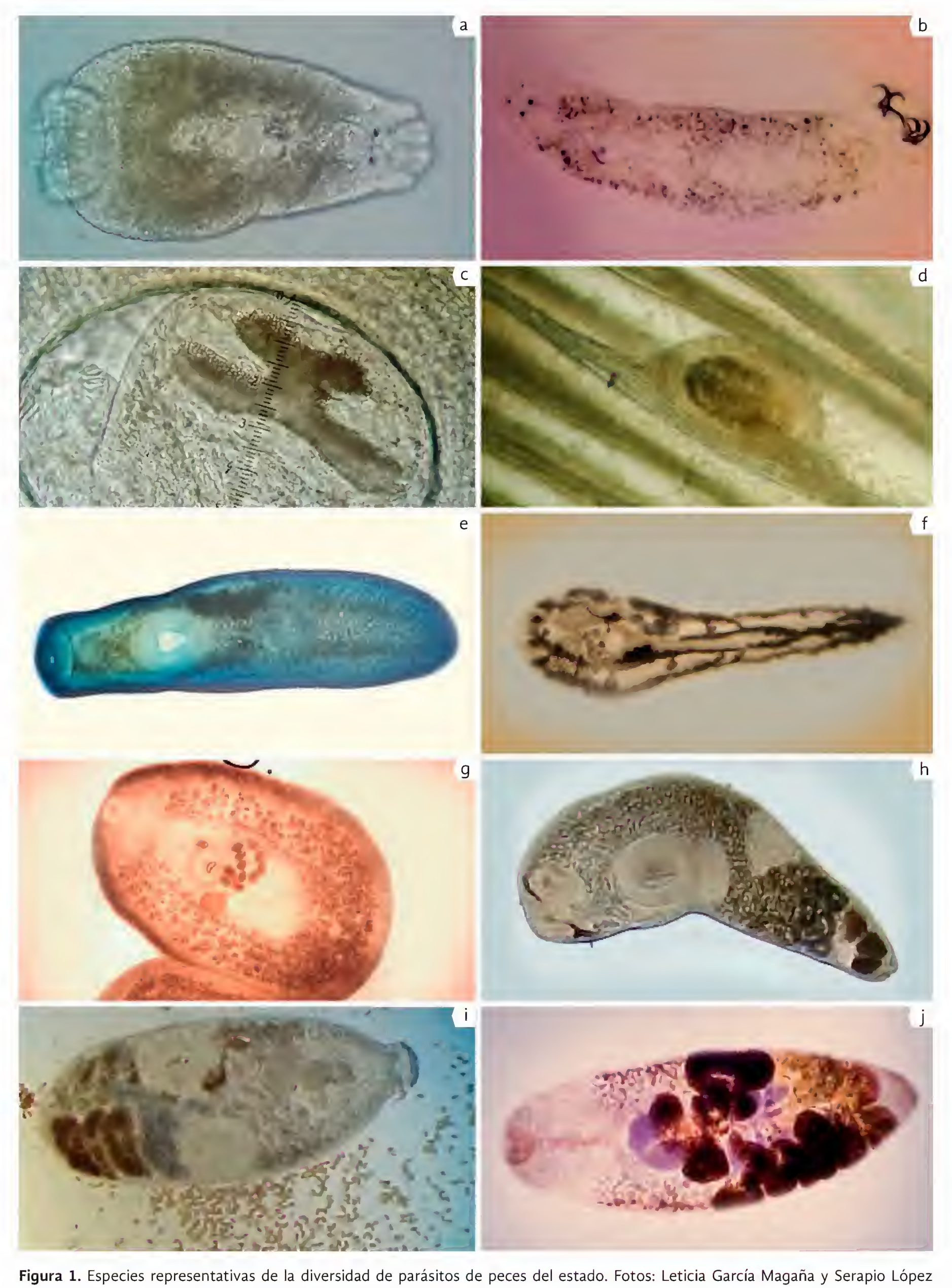


Figura 1. Especies representativas de la diversidad de parásitos de peces del estado. Fotos: Leticia García Magaña y Serapio López Jiménez. Nota: la relación de los nombres de las especies por número de fotografías se encuentra en el cuadro 3.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

documentado casos de parasitosis en el ser humano, como los ocasionados por algunos anisákidos y algunas especies del género *Gnathostoma*, especialmente por el hábito de comer cebiche y sushi, o pescado insuficientemente cocido (López-Jiménez y García Magaña 2000, Wong-Ortiz *et al.* 2001). Para la sanidad acuícola se tienen reportadas las siguientes enfermedades: girodactilosis y ciclidogirosis producidas por monogéneos; diplostomosis, centrocestosis y clinostomosis ocasio-nadas por tremátodos; botriocefalosis generada por cestodos; neoquinorrincosis por acantocéfalos; contracequiosis y gnatostomosis por nematodos; y argulosis y lerneosis ocasionadas por crustáceos.

Estudios realizados en peces introducidos y nativos sometidos a diversos sistemas de producción en Tabasco muestran la presencia de protozoarios, helmintos, crustáceos e hirudíneos (cuadro 4). En la tilapia los más frecuentes son los helmintos ectoparásitos del grupo de los monogéneos; en los sistemas de cultivo del pez nativo conocido como tenguayaca (*Petenia splendida*) también ha habido casos de parasitosis por monogéneos, como el caso de *Sciadicleithrum mexicanum*, por metacercarias de *Clinostomum* sp. y parasitosis intensas causadas por un hirudíneo del género *Myzobdella*.

Cuadro 4. Registros de parásitos en sistemas de producción.

Hospedero	Grupo de parásito	Determinación
Cichlasoma urophthalmus		
	Myxosporea	*Henneguya* sp.
	Monogenea	*Sciadicleithrum mexicanum*
	Trematoda	*Centrocestus formosanus*
		Clinostomum tataxumui
		Haplorchis pumilio
		Uvulifer sp.
	Acanthocephala	*Neoechinorhynchus golvani*
	Nematoda	*Contracaecum* sp.
	Crustacea	*Acusicola*
Parachromis managuensis		
	Ciliophora	*Trichodina* sp.
	Trematoda	*Centrocestus formosanus*
		Austrodiplostomum compactum
		Uvulifer sp.
Oreochromis niloticus		
	Ciliophora	*Trichodina* sp.
	Monogenea	*Cichlidogyrus longicornis*
		C. sclerosus
		C. tilapiae
		Enterogyrus niloticus
		Gyrodactylus niloticus
	Trematoda	*Centrocestus formosanus*
		Diplostomum (A.) *compactum*
Petenia splendida		
	Ciliophora	*Ichthyophthirius multifiliis*
	Monogenea	*Sciadicleithrum mexicanus*
		Gyrodactylus sp.
	Trematoda	*Clinostomum* sp.
		Centrocestus formosanus
	Hirudinea	*Myzobdella* sp.

(A.) = *Austrodiplostomum*. Fuente: Colección parasitológica del sureste de México de la UJAT.

Conclusión

Los estudios sobre parásitos que se han llevado a cabo en Tabasco aportan información que sirve de referencia para generar registros de los parásitos de peces del estado y contribuyen, de manera fundamental, al conocimiento de su diversidad. Este conocimiento es fundamental dada la función que tienen los parásitos en la regulación de las poblaciones de hospederos y por su importancia patológica, por los daños que ocasionan a los organismos que parasitan, entre otros problemas.

Al ser los parásitos reguladores de poblaciones de hospederos, especies endémicas en las familias Cichlidae y Poecilidae se pueden ver amenazadas. Además del riesgo que representan los parásitos para sus hospederos, los peces que presentan alguna patología con signos de enfermedad o de parasitosis intensas son rechazados por pescadores y consumidores, tal como sucede con las parasitosis ocasionadas por *Clinostomum*, *Posthodisplostomum* y por nematodos como *Contracaecum*. Algunos peces también pueden presentar lesiones en la piel ocasionadas por algunos protozoarios parásitos (p.e. *Epistylis* sp.); representando un riesgo en la entidad.

Por otra parte, debido a la sobrepesca y a la contaminación de los cuerpos de agua, las poblaciones de peces han disminuido. Debido a ello, varias instituciones están llevando a cabo trabajos de tipo biológico y técnico para dominar el cultivo de especies nativas y ofrecer alternativas para incorporarlas a sistemas controlados, o bien, para repoblar cuerpos acuáticos donde se tienen mermadas sus poblaciones. Como una alternativa de obtención de proteína animal a bajo costo, se está desarrollando la acuacultura en diferentes niveles y con diversas tecnologías: estanques rústicos, de concreto, de membrana, sistemas de jaulas, entre otros. Esto ha ocasionado que, sin controlar las especies silvestres e introducidas,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

aumenten las incidencias de patógenos en sistemas de producción, y con esto se dirija el mantenimiento de la diversidad parasitológica hacia las especies que encuentran las condiciones propicias para desarrollarse en estas condiciones. Por esto, es importante acatar la normatividad aplicable en México en el ámbito de la sanidad, así como promover la adecuación de estas normas a las condiciones actuales, sobre todo en cuestiones de introducción y traslados de organismos de un sitio a otro.

Con el conocimiento de la biodiversidad parasitaria y la detección oportuna de especies que pueden causar daños en salud pública o en sistemas de cultivo, se pueden instrumentar medidas profilácticas que tiendan a evitar el desarrollo de epizootias[1] sobre todo de las especies de peces con las que se desarrollan actividades piscícolas en diferente escala (intensiva, semi-intensiva o extensiva), e incluir actividades de reproducción, producción de crías, crecimiento y engorda, así como actividades de extensionismo.

Referencias

Aguirre-Macedo, M.L. y L. García-Magaña. 1994. Metacercarias de cíclidos nativos del sureste de México: Taxonomía y claves para su reconocimiento. *Universidad y Ciencia* 11:5-35.

Almeyda-Artigas, R.J. 1991. Hallazgo de *Gnathostoma binucleatum* n. sp. (Nematoda: Spirurida) en felinos silvestres y el papel de los peces dulceacuícolas y oligohalinos como vectores de la gnatostomiasis humana en la cuenca baja del río Papaloapan, Oaxaca-Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 18:137-155.

Andrade-Salas, O., R. Pineda-López y L. García-Magaña. 1994. *Spirocamallanus rebecae* sp. n. (Nematoda: Camallanidae) from freshwater fishes in southeastern Mexico. *Folia Parasitologica* 41:259-270.

Cruz-Reyes, A. y B. Camargo-Camargo. 2001. *Glosario de términos en parasitología y ciencias afines*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Eiras, J.E., R.M. Takemoto y G.C. Pavanelli. 2000. *Métodos de estudio y técnicas laboratoriales en parasitología de peces*. Acribia, España.

Espinosa-Pérez, H., M.T. Gaspar-Dillanes y P. Fuentes-Mata. 1993. *Listados faunísticos de México III. Los peces dulceacuícolas mexicanos*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Fucugauchi-Suárez del Real, M.G., L. García-Magaña y B.R. Brito-Arjona. 1988. Análisis previo de la parasitofauna de peces de la Laguna del Rosario, Huimanguillo, Tabasco. *Revista de Divulgación Científica* 1:319-325.

García-Magaña, L. y S. López-Jiménez. 2003. Computarización de la Colección de helmintos parásitos de peces del Estado de Tabasco. UJAT. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. V044. México.

——. 2008. Parásitos de peces de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco: algunas recomendaciones para su prevención y control. *Kuxulkab'* 14(26):13-22.

García-Prieto, L. y D. Osorio-Sarabia. 1991. Distribución actual de *Bothriocephalus acheilognathi* en México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 62:523-526.

Lamothe-Argumedo, R. 1997. *Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres*. AGT, México.

Lamothe-Argumedo. R., G. Salgado-Maldonado y R. Pineda-López. 1991. Un género y especie nueva de tremátodo parásito de *Petenia splendida* de Campeche, México. *Universidad y Ciencia* 8(15):27-30.

López-Jiménez. S. 2001. Estudio parasitológico de los peces de agua dulce del Estado de Tabasco. *Gaceta del Sistema de Investigación del Golfo de México* 9:8-10.

López-Jiménez. S. y L. García-Magaña. 2000. Estudio de larvas de *Gnathostoma* sp. en tres especies de peces de los Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 16:41-48.

Martin, J.W. y G.E. Davis. 2001. *An updated classification of the recent crustacea*. Natural History Museum of Los Angeles County, California.

Miller, R.R. 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. The University of Chicago Press, Chicago.

Moravec, F., L. García-Magaña y G. Salgado-Maldonado. 2002. *Spinitectus tabascoensis* sp. nov. (Nematoda, Cystidicolidae) from *Ictalurus furcatus* (Pisces) in southeastern Mexico. *Acta Parasitologica* 47:224-227.

Pineda-López, R y O. Andrade-Salas. 1989. Un nuevo género y especie de tremátodo parásito de *Cichlasoma synspilum* en la laguna de Santa Anita, Tabasco, México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 59(1):21-28.

Pineda-López, R, V.R. Carballo-Cruz, M.G. Fucugauchi-Suarez del Real y L. García-Magaña. 1985. Metazoarios parásitos de peces de importancia comercial de la región de los Ríos, Tabasco. En: *Usumacinta*. Dirección de Educación Superior e Investigación Científica de la Secretaría de Educación, Cultura y Recreación, Tabasco, pp. 192-270.

[1] Frecuencia de una enfermedad en una población animal, significativamente mayor a la esperada para un lugar y tiempo determinado (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo 2001).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Salgado-Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa* 1324:1-357.

Salgado-Maldonado, G., S. Guillén-Hernández y D. Osorio-Sarabia. 1986. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en peces de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 57:213-218.

Salgado-Maldonado, G. y R. Pineda-López. 2002. *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti 1934. *Biological Invasions* 5:261-268.

Salgado-Maldonado, G., R. Pineda-López, L. García-Magaña *et al.* 2005. Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, pp. 145-166.

Scholz, T. y G. Salgado-Maldonado. 2000. The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review. *American Midland Naturalist* 143:185-200.

Velázquez-Villegas, G. 1994. *Los recursos hidráulicos del estado de Tabasco. Ensayo monográfico*. Centro de Investigación de la División Académica de Ingeniería y Tecnología-UJAT, Chontalpa.

Vidal-Martínez, V.M., M.L. Aguirre-Macedo, T. Scholz *et al.* 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academy of Sciences of the Czech Republic, Praga.

Wong-Ortiz, F., S. López-Jiménez y J.L. Ble-Castillo. 2001. Gnathostomiasis ocular. Registro del primer caso para el estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Oftalmología* 75:180-184.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Equinodermos

Alfredo Laguarda Figueras, Francisco Alonso Solís Marín y Magali Honey Escandón

Introducción

El estudio de los equinodermos de Tabasco está íntimamente ligado al del golfo de México. El primer registro de una galleta de mar de Veracruz data de 1841, año considerado como el inicio del estudio de equinodermos de la zona. Durante el siglo XIX dos expediciones llevaron a cabo numerosas recolectas en el golfo de México y gran Caribe; una de ellas se realizó en el buque estadounidense Albatross en 1884 y la otra en el Blake entre 1877 y 1880. Varios naturalistas describieron numerosas especies de equinodermos derivadas de estas expediciones (Agassiz 1878-1879, 1888, Perrier 1881, Rathbun 1885, Théel 1886). El primer listado de equinodermos de Veracruz y Yucatán hechos por Ives (1890) incluyó 13 especies de aguas someras. Durante todo el siglo XX, el conocimiento de los equinodermos del golfo de México se incrementó debido a expediciones extranjeras y nacionales que dieron lugar a gran cantidad de publicaciones y descripciones de especies nuevas (Durán-González *et al.* 2005). Actualmente continúan los estudios y se describen nuevas especies para esta zona del país (Barbosa-Ledesma *et al.* 2000, Laguarda-Figueras *et al.* 2002, Turner y Graham 2003); sin embargo, ninguno de los estudios antes mencionados se enfocó exclusivamente en Tabasco, por lo que el conocimiento de equinodermos en esta entidad es muy escaso.

Descripción

Los equinodermos son animales marinos que se caracterizan por tener espinas en la piel (figura 1). A este grupo pertenecen las estrellas de mar (clase Asteroidea), los erizos y galletas de mar (clase Echinoidea), así como otros grupos menos conocidos como las estrellas quebradizas (clase Ophiuroidea), los pepinos de mar (clase Holothuroidea) y los lirios de mar (clase Crinoidea; Hendler *et al.* 1995). Todos tienen una simetría pentarradial; es decir, se pueden dividir en cinco partes iguales, como se aprecia en los cinco brazos de una estrella de mar. Tienen un esqueleto calcáreo que está compuesto por placas independientes articuladas o libres (Pawson 2007), fácilmente observable en los erizos de mar. También presentan un sistema vascular acuífero (SVA) que consiste en una red interna de canales y reservorios flexibles que funcionan con agua de mar que entra al organismo por una abertura llamada madreporita (Brusca y Brusca 1990). El SVA llena o vacía de agua los pies ambulacrales, lo que hace que salgan y se aferren, o se retraigan para despegarse. Esto permite a los equinodermos sujetarse a cualquier superficie o tomar el alimento. También presentan un sistema circulatorio hemal, un sistema digestivo completo (boca y ano) y un sistema nervioso descentralizado (Pawson 2007).

Estos animales viven exclusivamente en el mar, desde la zona donde rompen las olas, hasta profundidades de 11 000 m. Pueden habitar cualquier tipo de ambiente marino, como rocas, arena, pastos marinos y arrecifes coralinos, incluso ambientes extremos como las ventilas hidrotermales (Van Dover *et al.* 1996) e infiltraciones de metano (Sibuet y Olu 1998); también pueden encontrarse en cualquier temperatura, desde las aguas calientes de las zonas tropicales, hasta las heladas de los polos. Además, son de los componentes principales de las comunidades que viven en el piso oceánico (Hendler *et al.* 1995). Constan de más de 7 000 especies vivientes y 13 000 fósiles que incluyen especies de vida libre (con capacidad para trasladarse) y sésiles (que viven fijas en un solo lugar; Pawson 2007).

Laguarda-Figueras, A., F.A. Solís-Marín y M. Honey-Escandón. 2019. Equinodermos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 243-248.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

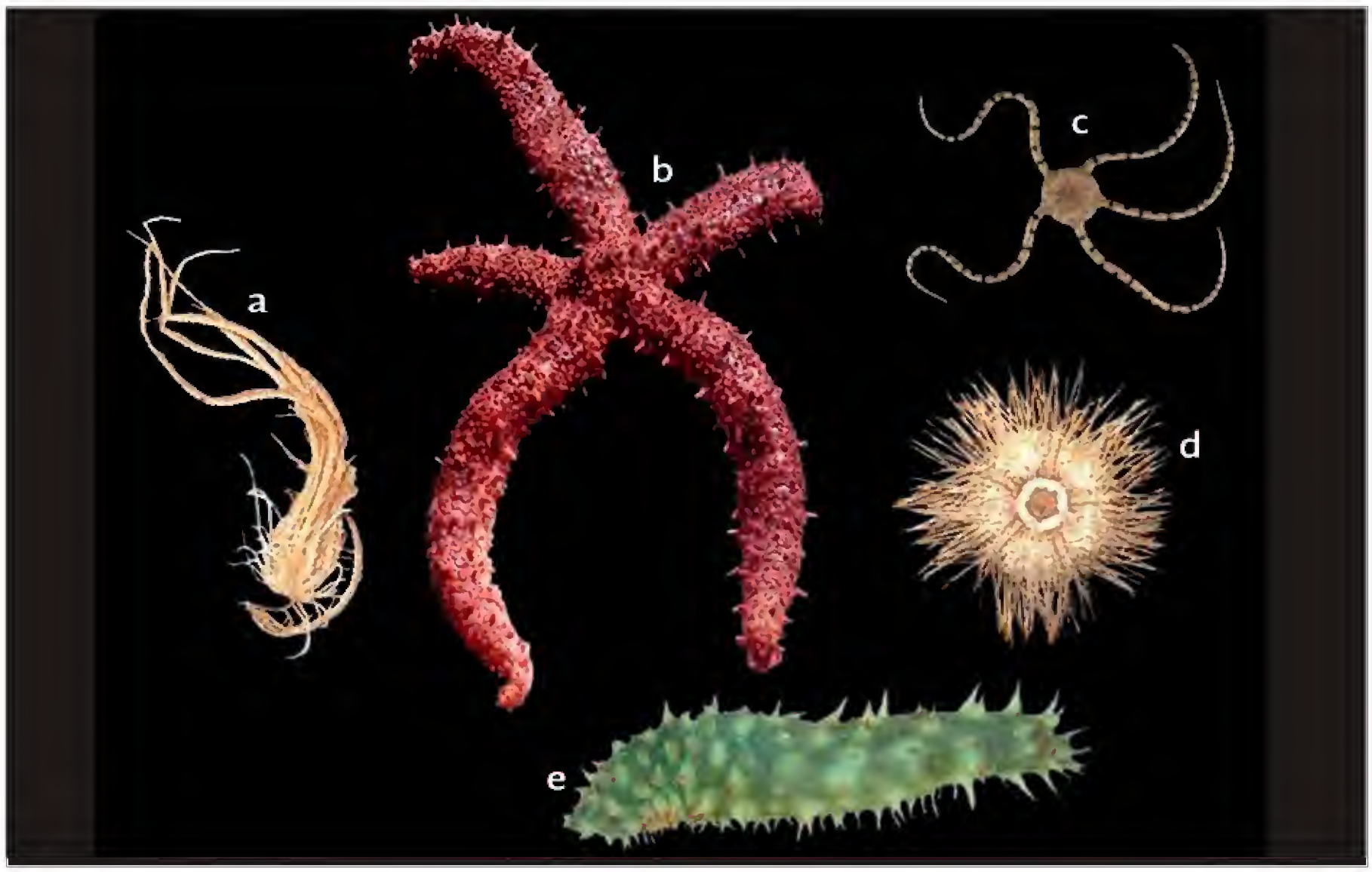


Figura 1. Representantes de las cinco clases de equinodermos: a) Crinoidea, b) Asteroidea, c) Ophiuroidea, d) Echinoidea, y e) Holothuroidea. Fotos: Julio Adrián Arriaga Ochoa.

Diversidad

De acuerdo con los registros de ejemplares depositados en la Colección Nacional de Equinodermos Mexicanos "Dra. Ma. Elena Caso Muñoz" y el Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsoniano, en las costas de México hay aproximadamente 700 especies de equinodermos. Estos registros son la fuente de información de donde se obtuvieron los datos para construir las gráficas presentadas en este capítulo.

En Tabasco se tiene reportado un total de 33 especies (apéndice 17) que pertenecen a las cinco clases de equinodermos, y representan 4.9% del total de las especies del país. De estas 33 especies, la mayoría (42.4%) son erizos y galletas de mar, seguidos de las estrellas de mar, con un 33.3% (figura 2); los menos representados son las estrellas quebradizas y los pepinos de mar con 12.1% y 9.1%, respectivamente; de los lirios de mar únicamente se tiene reportada una especie (3.2%).

Al comparar con el número de especies de equinodermos de los estados vecinos Campeche y Veracruz, se hace evidente que la diversidad de equinodermos en Tabasco no ha sido estudiada de forma completa y suficiente. En principio, el número de especies en los estados vecinos es casi dos o tres veces mayor (63 y 98, respectivamente), lo que sugiere una falta de esfuerzos de muestreo. Además, en dichas entidades, la mayor riqueza de especies se encuentra en las clases Asteroidea, Echinoidea y Ophiuroidea (figura 3) con porcentajes similares (35-38%, 22-22% y 22-24%, respectivamente); a diferencia de Tabasco, donde su riqueza se distribuye con diferentes proporciones: Asteroidea 33.3%, Echinoidea 42.4% y Ophiuroidea 12.1%. Dado que Campeche, Tabasco y Veracruz colindan en su zona litoral, es muy probable que compartan la presencia de diversos equinodermos, y que la proporción de especies por clase sea similar; sin embargo, debido a la ausencia de estudios, diferentes especies no han sido reportadas para Tabasco, y la proporción no corresponde con la de los estados vecinos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

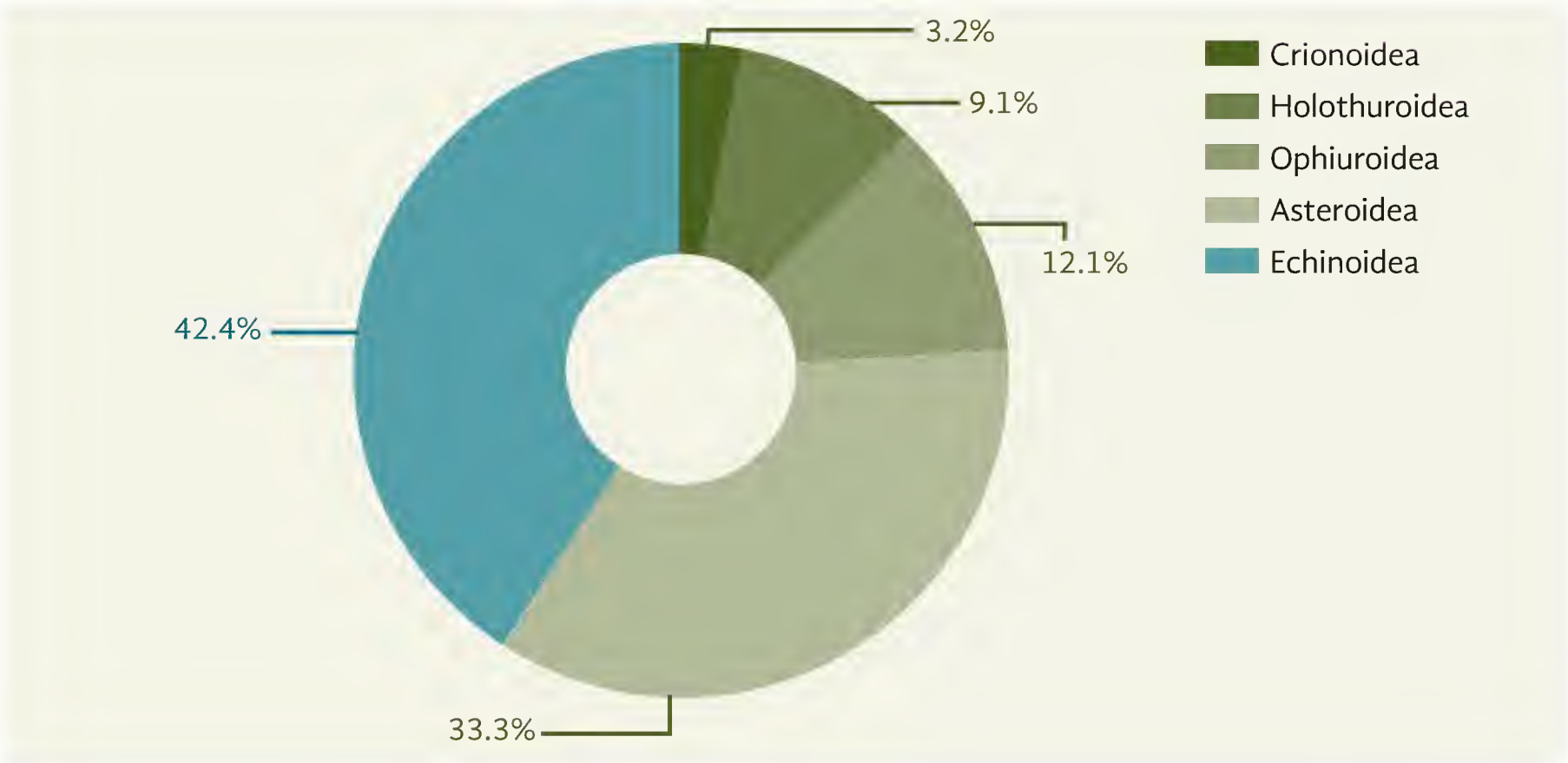


Figura 2. Porcentaje de especies de equinodermos del estado por clases. El total de las especies es de 33. Fuente: registros de ejemplares depositados en la Colección Nacional de Equinodermos Mexicanos "Dra. Ma. Elena Caso Muñoz" y el Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsoniano.

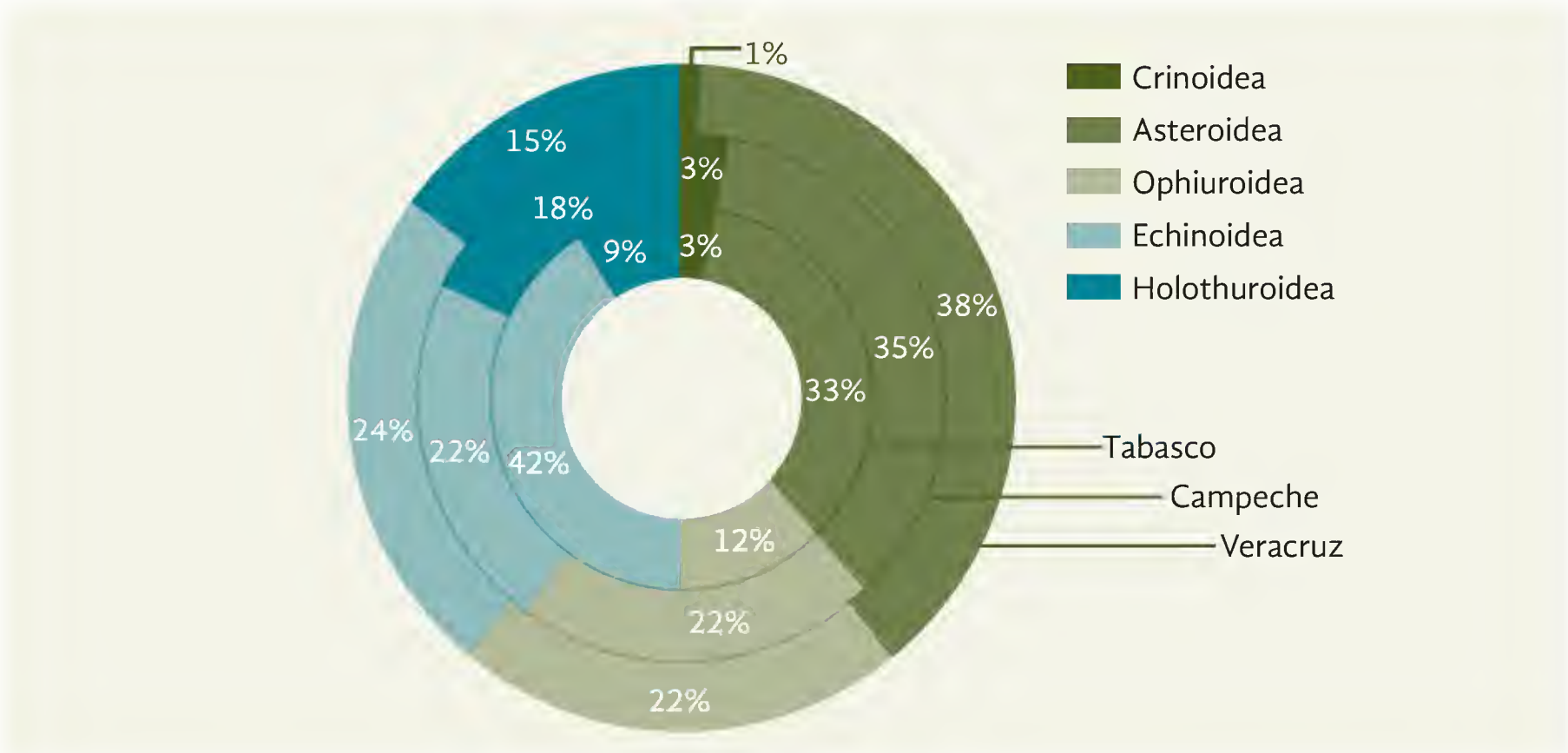


Figura 3. Porcentaje de especies de equinodermos de Tabasco, Campeche y Veracruz (el anillo interno corresponde a Tabasco, el medio a Campeche y el más externo a Veracruz). Fuente: registros de ejemplares depositados en la Colección Nacional de Equinodermos Mexicanos "Dra. Ma. Elena Caso Muñoz" y el Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsoniano.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Distribución

En el estado se tienen registradas 33 especies de equinodermos, de las cuales, 28 (82%) existen únicamente a más de 100 m de profundidad, lejos de la línea costera. El porcentaje restante, corresponde a especies de zonas someras, donde rompen las olas y hasta los 20 m de profundidad (figura 4). Esta área corresponde a la región de la planicie costera del estado, y los porcentajes exhiben un sesgo en los esfuerzos de muestreo de equinodermos, ya que la mayoría de los registros se llevaron a cabo en zonas profundas con el buque oceanográfico Justo Sierra de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) frente a las costas de Tabasco. Las seis especies reportadas para la zona somera indican que no se han realizado recolectas o estudios de equinodermos en esta área. Estos datos de distribución indican que es poco el conocimiento de los equinodermos para la planicie costera, lo que hace muy importante enfocar recursos para conocer la fauna del área.

Importancia ecológica

Los equinodermos son muy importantes en las redes alimenticias del mar debido a sus variadas formas de alimentación y los diferentes ambientes en que se encuentran. En los fondos arenosos, como los de Tabasco, a cientos de metros de profundidad, algunas especies de pepinos de mar remueven el sedimento para alimentarse de la materia orgánica ahí depositada; asimismo, desechan materia rica en aminoácidos y otros compuestos que pueden aprovechar otros organismos que viven en la arena (Coulon y Jangoux 1993). Además, al remover el sedimento, lo airean y evitan que se compacte con lo que permiten que otros animales vivan ahí o se reproduzcan (Mercier *et al.* 1999). Esta misma función la llevan a cabo algunos erizos irregulares, como las galletas y bizcochos de mar, así como ciertas estrellas quebradizas que viven enterradas en la arena en zonas cercanas y someras (Hendler *et al.* 1995), como las playas de Tabasco. Finalmente, algunas especies de estrellas quebradizas y estrellas de mar se alimentan de otros animales y carroña (Hendler *et al.* 1995), con lo que contribuyen al equilibrio poblacional de otras especies, además de aportar materia orgánica al medio que queda a disposición de otros animales más pequeños. Los equinodermos también son presa de animales marinos como moluscos, peces, crustáceos e incluso aves como las gaviotas (Francour 1997).

Principales amenazas

De las especies de equinodermos que se han encontrado en Tabasco, sólo una es de importancia comercial. Desde hace siglos, los pepinos de mar han sido utilizados como alimento en diferentes países de Asia

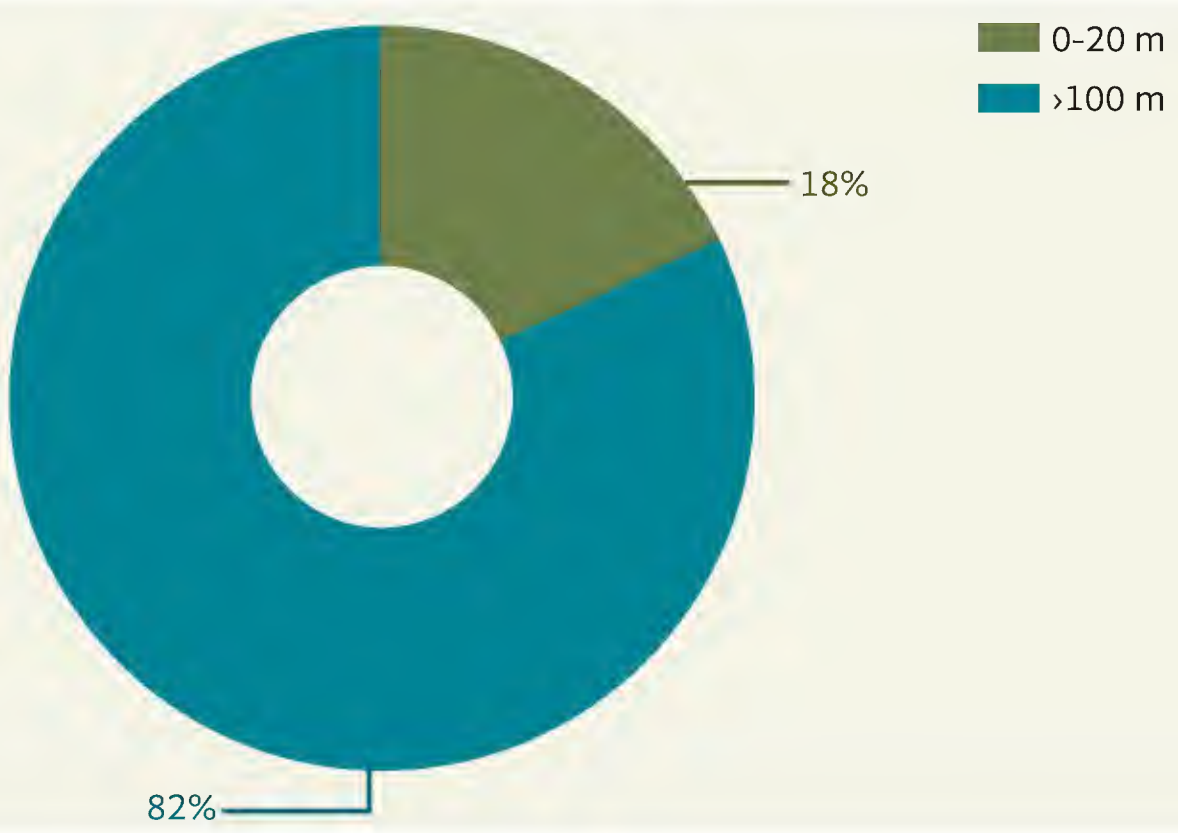


Figura 4. Porcentaje de especies de equinodermos que habitan arenales profundos (más de 100 m) y zonas someras (de 0 a 20 m) de Tabasco. Fuente: registros de ejemplares depositados en la Colección Nacional de Equinodermos Mexicanos "Dra. Ma. Elena Caso Muñoz" y el Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsoniano.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(Conand 2004). Su alto valor en el mercado asiático ha promovido su pesca en territorio mexicano, ya que el kilogramo se paga mucho mejor que cualquier otro producto de pesca mexicano (Reyes-Bonilla 1997). En México, la pesca legal de pepino de mar se realizó en la costa del Pacífico hasta 1993 (Reyes-Bonilla 1997), pero desde el 2006 también se permitió en la península de Yucatán. A pesar de que está regulada con permisos de pesca de fomento (SAGARPA y CONAPESCA 2010), la pesca ilegal es frecuente y representa una amenaza para este recurso.

En las costas de Tabasco se encuentra el pepino de mar (*Isostichopus badionotus*) que es una de las tres especies autorizadas para pesca en la península de Yucatán (SAGARPA y CONAPESCA 2010). Debido a que la zona económica exclusiva y la costa de Tabasco colindan con zonas autorizadas para pesca, es importante estudiar las poblaciones de *I. badionotus* ante la amenaza de la pesca ilegal. Esto contribuirá a monitorear y vigilar la situación de la especie, con el fin de establecer un programa de conservación de pepino de mar en el único estado donde no está autorizada su pesca.

Conclusión y recomendaciones

Es muy posible que el listado de equinodermos de Tabasco sea más amplio, por lo cual se recomienda incrementar los estudios taxonómicos que permitan evaluar la biodiversidad del grupo en la zona. A medida que dicho listado se vaya incrementando, será necesario hacer estudios ecológicos (crecimiento, reproducción, alimentación y su relación con parámetros del medio ambiente), y evaluar los factores ambientales que pudieran influenciar su presencia en las costas de la entidad, así como estudios sobre su vulnerabilidad al cambio climático. También es recomendable implementar técnicas de maricultivo del pepino de mar que contribuyan a su sustentabilidad para evitar el impacto negativo de la pesca clandestina.

Referencias

Agassiz, A. 1878-79. Reports of the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, by the United States Coast Survey Steamer "Blake". II. Report on the Echini. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 5:181-195.

Agassiz, A. 1888. Characteristic deep-sea types. Echinoderms. Three cruises of the United States Coast and Geodetic Survey Steamer "Blake" in the Gulf of Mexico in the Caribbean Sea, and along the Atlantic Coast of the United States, from 1877 to 1880. *The Riverside Press of Cambridge* 2:84-127.

Barbosa-Ledesma, I.F., F.A Solís-Marín y A. Laguarda-Figueras. 2000. New records for cidaroid echinoids (Echinodermata: Echinoidea) of the Gulf of Mexico, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 48(2/3):721.

Brusca, R.C. y G.J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Sinauer Assocates Incoporated Publishers, Massachussets.

Conand, C. 2004. Present status of world sea cucumbers resources and utilization: An international overview. *Beche-de-mer Informative Bulletin* 19:4-5.

Coulon, P. y M. Jangoux. 1993. Feeding rate and sediment reworking by the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. *Marine Ecology Progress Series* 92:201-204.

Durán-González, A., A. Laguarda-Figueras, F. A. Solís-Marín *et al*. 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del golfo de México. *Revista de Biología Tropical* 53(3):53-68.

Francour, P. 1997. Predation on holothurians: a literature review. *Invertebrate Biology* 116(1):52-60.

Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson y P.M. Kier. 1995. *Sea stars, sea urchins and allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean*. Smithsonian Institution Press, Washington.

Ives, J.E. 1890. Echinoderms from the northern coast of Yucatan and the harbor of Veracruz. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 1890:317-340.

Laguarda-Figueras, A., J. Torres-Vega, F. Solís-Marín *et al*. 2002. Los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) del Caribe Mexicano: Incluyendo comentarios sobre su zoogeografía. *Avicennia* 15:1-8.

Mercier, A., S.C. Battaglene y J.F. Hamel. 1999. Daily burrowing cycle and feeding activity of a juvenile sea cucumbers *Holothuria scabra* in response to environmental factors. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 239:125-156.

Pawson, D.L. 2007. Phylum Echinodermata. En: *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*. Z.Q. Zhang y W.A. Shear (eds.). Magnolia Press, Nueva Zelanda, pp. 649-764.

Perrier, E. 1881. Description sommaire des espéces nouvelles d'astéries. Reports on the results of dredging under the supervision on Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, 1877-78, by the United States coast survey steamer "Blake", Lieut-Commander C.D. Sigsbee, U.S.N., commanding and

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

in the Caribbean sea, 1878-79, by the U.S.C.S.S. "Blake", commander J.R. Bartlett, U.S.N., commanding. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 9(1):1-31.

Rathbun, R. 1885. Report upon the echini collected by the U.S. Fish Commission Steamer "Albatross" in the Caribbean sea and gulf of Mexico, January to May, 1884. *Proceedings of the United States Natural Museum* 3:83-89.

Reyes-Bonilla, H. 1997. Biología poblacional de *Isostichopus fuscus* (Ludwig 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en el sur del golfo de California. Informe Técnico Final del Proyecto H216. Convenio CONABIO/UABCS FB315/H216/96.

SAGARPA y CONAPESCA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2010. Informe del Taller sobre el Programa de Ordenamiento para el aprovechamiento del pepino de mar en la Península de Yucatán. En: <*https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104392/Act_01_Informe_Tallre_Pepino_Mar_Cam_Sept2010.pdf*>, última consulta: 21 de octubre de 2016.

Sibuet, M. y K. Olu. 1998. Biogeography, biodiversity and fluid dependence of deep-sea cold-seep communities at active and passive margins. *Deep-Sea Research II* 45:517-567.

Théel, H. 1886. Report on the Holothuroidea. Reports on the Results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the gulf of Mexico (1877-78), in the Caribbean Sea (1879-80), and along the eastern coast of the Unites States during the summer of 1880, by the U.S. Coast Suvery Steamer "Blake". *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 13:1-20.

Turner, R.L. y B.D. Graham. 2003. *Calocidaris micans* (Cidaridae) and *Pseudoboletia maculata* (Toxopneustidae): additions to the sea urchin fauna (Echinodermata: Echinoidea) of the Gulf of Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116(1):61-81.

Van Dover, C.L., D. Desbruyères, M. Segonzac *et al.* 1996. Biology of the Lucky Strike hydrothermal field. *Deep-Sea Research* 43(9):1509-1529.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Moluscos epicontinentales

Luis José Rangel Ruiz y Jaquelina Gamboa Aguilar

Introducción

Después de los artrópodos, el grupo de los moluscos es el segundo más diverso en el reino animal. Se han descrito de 80 mil a 100 mil especies y se calcula que, en el mundo, existen alrededor de 200 mil (Strong *et al.* 2008). Los moluscos (Mollusca del latín *molluscum* que significa blando) se distribuyen en una amplia variedad de hábitats, desde los trópicos a los mares polares, en altitudes que superan los 7 000 msnm, hasta charcas, lagos, aguas corrientes, lagunas, aguas cenagosas y, en el mar abierto, en la superficie y a grandes profundidades. La mayoría vive en el mar y presenta gran variedad de formas de vida que incluyen a los bentónicos (animales de fondo), raspadores del fondo, excavadores, perforadores y los de hábitat pelágico (en la columna de agua). Únicamente los bivalvos y los gasterópodos se extendieron hacia un hábitat salobre y dulceacuícola, y los gasterópodos han invadido, de manera efectiva, el medio terrestre (Hickman *et al.* 1998).

El *phylum* Mollusca comprende ocho clases: de estas solo Gastropoda (caracoles y babosas) y Bivalvia (almejas y ostiones) se encuentran en aguas y tierras continentales de Tabasco.

La información existente deriva de colectas recientes y de revisiones bibliográficas; sin embargo, desde el punto de vista taxonómico, muchas especies registradas tendrán que ser revisadas y actualizadas taxonómicamente, en particular las de la biología central y americana (Marttens 1892-1901).

De las 183 especies de gasterópodos y 80 de bivalvos citadas en la literatura para Tabasco (apéndices 18 y 19), sólo los bivalvos *Megalonaias nickliniana* y *Cyrtonaias tampicoensis tecomatensis* (figuras 1a y 1b) están en la lista de especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Peligro de extinción, mientras que *Isognomon alatus* y *Polymesoda caroliniana* se encuentran sujetas a protección especial. Esto no implica que otras especies no lo estén por no haber sido propuestas o estén poco estudiadas: la pérdida de hábitat, principalmente en selvas y manglares, pone en riesgo a las poblaciones de moluscos terrestres y acuáticos de estos tipos de hábitat en Tabasco y otros estados del sureste de México.

Diversidad malacológica

La diversidad malacológica epicontinental de Tabasco es muy amplia debido a que la entidad se localiza biogeográficamente en la provincia neotropical, área considerada como una de las más ricas del mundo en términos de biodiversidad. Esto permite tener gran riqueza de ambientes terrestres y acuáticos, así como salobres y dulceacuícolas debido a su compleja orografía en donde se encuentran cinco regiones geomorfológicas: planicie costera, planicie palustre, planicie fluvial, lomeríos y laderas de montaña; y porque en su superficie se localiza la región hidrológica Grijalva-Usumacinta, la cual es considerada prioritaria por las autoridades ambientales de México y por la comunidad científica internacional, por su enorme biodiversidad, alta productividad, funciones ecológicas y servicios ambientales que presta (CONABIO 1997, Toledo 2003). Los gasterópodos epicontinentales de Tabasco se encuentran incluidos en tres subclases (cuadro 1).

A continuación se describen las principales comunidades de moluscos gasterópodos de Tabasco con base en su hábitat, y se mencionan las especies más importantes de acuerdo a su abundancia, tamaño y relevancia alimenticia, parasitológica, biológica o ecológica.

Rangel-Ruiz, L.J. y J. Gamboa-Aguilar. 2019. Moluscos epicontinentales. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 249-254.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Gasterópodos epicontinentales.

Subclases	Características	Ecosistema
Prosobranchiata	Concha espiralada, operculados, respiración por branquias, dioicos (hembras y machos)	Marinos, salobres, dulceacuícolas y terrestres
Opisthobranchia	Concha reducida o ausente, respiración por branquias, monoicos hermafroditas	Marinos y salobres
Pulmonata	Caracoles con conchas espiraladas o sin concha, sin opérculo, respiración por una cavidad paleal altamente vascularizada parecida a un pulmón, monoicos	La mayoría terrestres y dulceacuícolas, muy pocos marinos

Fuente: Brusca y Brusca 2005.

Moluscos terrestres

Son exclusivamente gasterópodos, conocidos como caracoles y babosas (80 especies). Los caracoles son el grupo más numeroso y solo una especie de babosa (*Belocaulus angustipes*) ha sido registrada (figura 1c) para el municipio Teapa (Rangel-Ruiz y Gamboa-Aguilar 2005); en el sureste del país a esta especie se le conoce como siete cueros. En general, los caracoles son muy específicos del tipo de vegetación y del sustrato en donde habitan, por lo que a continuación se señalan las especies más abundantes en selvas debido a que este es el ambiente mejor estudiado en Tabasco.

Moluscos de selvas

En esta vegetación se encuentran tres tipos de hábitats de moluscos. El primero lo forman los que viven sobre la vegetación (hojas, tallos y troncos) y que ocasionalmente bajan al suelo; el segundo, que son la mayoría, viven en la hojarasca y en general son más pequeños que los anteriores; y el tercero, los petrícolas, que viven en sustratos rocosos.

Las especies que habitan en la vegetación son caracoles que miden de unos cuantos milímetros hasta 54 mm, como *Euglandina cumingi* (figura 1d). En general son herbívoros (micrófagos y macrófagos) y algunos carnívoros como *Euglandina cumingi, E. cordovana*, *Streptostyla nigricans* (figura 1e) y *S. meridana cobanensis*; en su rádula (órgano raspador que se localiza en el bulbo bucal) estas especies presentan dientes en forma de cuchillo, lo que les permite desgarrar el tejido de otros gasterópodos, los cuales pueden ser utilizados como control de plagas de babosas tropicales en cultivos de frijol y chile en algunos municipios de la región Ríos en Tabasco (Rangel-Ruiz y Gamboa-Aguilar 2005).

El grupo de caracoles que habita en la hojarasca es muy diverso, son importantes como degradadores de materia orgánica, intervienen en los ciclos minerales, regulan la descomposición, las actividades microbianas del suelo y reducen la hojarasca a fragmentos pequeños; se alimentan del suelo y de otros microorganismos (vivos o muertos) y aceleran la humificación (Naranjo-García 2003). Generalmente son muy pequeños, como *Carychium exiguum* (figura 1f) que mide menos de un milímetro, hasta otros como *Coelocentrum turris*, *Coelocentrum* (*Coelocentrum*) *tomacella tomacella* y *Eucalodium decollatum* (figura 1g) que pasan los 50 mm. Entre las especies más importantes por su distribución y abundancia se encuentran *Subulina octona*, *Lamellaxis micra* y *Lucidella lirata* (figura 1h).

El tercer grupo son los que viven en un sustrato rocoso (petrícolas); estos caracoles se alimentan de perifiton (bacterias, algas y hongos que se desarrollan sobre rocas húmedas), utilizando su rádula provista de dientes fuertes y romos para raspar las diferentes superficies. Su tamaño varia de 1 a 3 mm, como en *Microceramus concisus*, a aquellos que alcanzan los 16 mm como *Epirobia morini*, *Chondropoma martensianum* (figura 1i) y *C. terescostatum*. Estas especies son las más importantes de este microhábitat.

Las especies neotropicales endémicas para México son *Coelocentrum* (*Coelocentrum*) *tomacella tomacella* (Chiapas y Tabasco), *Chondropoma terescostatum* (Chiapas y Tabasco), *Drymaeus* (*Mesembrinus*) *emeus* (Tamaulipas, Tabasco y Veracruz), *Eucalodium decollatum* (Chiapas y Tabasco), *Euglandina cordovana* (Tabasco y Veracruz), *Pachychilus chrysalis* (Chiapas y Tabasco), *Volutaxis* (*Volutaxis*) *tenuis* (Tabasco y Veracruz), *Streptostyla* (*Chersomitra*) *nigricans* (Chiapas y Tabasco); y sólo para Tabasco son *Choanopoma* (*Choanopomops*) *martensianum* y *Bulimus corneus nubeculatus* (Rangel-Ruiz y Gamboa-Aguilar 2004).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Moluscos acuáticos

Los moluscos acuáticos epicontinentales se pueden encontrar en aguas salobres (lagunas costeras) y dulceacuícolas, ya sea en sistemas lóticos (cuerpos de agua con movimiento continuo) como ríos y arroyos, o lénticos (cuerpo de agua con movimiento lento) como lagunas permanentes, temporales y pantanos (apéndices 18 y 19).

Moluscos de aguas salobres

Presentan el mayor número de especies y muchas de estas son muy abundantes. En este ambiente se pueden encontrar caracoles (63 especies) y bivalvos (63 especies). Los caracoles mejor conocidos por su tamaño y por su consumo son *Melongena* (*Rexmela*) *melongena* (80 a 100 mm) y *Busycon* (*spiratum*) *plagostum* (100 a 150 mm); su alimentación es epifaunal, carnívora que llega a depredar bancos de ostiones en las lagunas de Tabasco. Entre las especies más abundantes y mejor distribuidas están *Acteocina canaliculata*, *Littoridina sphinctostom*, *Neritina virginea* (figura 1j), *Cerithidea* (*Cerithideopsis*) *pliculosa* y *Nassarius acutus*.

Los bivalvos son tan diversos como numerosos. Debido a su importancia alimenticia y pesquera, destacan el ostión de placer *Crassostrea virginica* (figura 1k) y las almejas *Rangia cuneata* y *Rangia* (*Rangianella*) *flexuosa* (figura 1l). Es muy importante la pesquería de *C. virginica* en el estado, ya que es generadora de recursos y empleo para muchas personas: su captura es la mayor de las entidades con litoral en el golfo de México y el Caribe. En la década de los noventa hubo un promedio de 14 711 t capturadas, y en el 2000 una máxima de 24 823 t, lo que representó 51.30% de la producción anual de este litoral (SAGARPA y CONAPESCA 2000). La pesquería de almejas presenta una tendencia hacia la estabilidad, tiene una variación cíclica trianual caracterizada por un pico en la captura cada tres años, en la misma década presentó un promedio de 19.3 t/año, y la máxima se obtuvo en 1998 con 63 t (SAGARPA y CONAPESCA 2000).

En la entidad, otra especie de bivalvo importante es *Mytilopsis leucophaeata* (figura 1m) conocida como mejillón falso oscuro. Esta especie es endémica de la costa Atlántica de los Estados Unidos de América y del golfo de México y puede adherirse a estructuras naturales (figura 1n) o artificiales; cuando se acumula en grandes cantidades se convierte en un problema, ya que se adhiere a jaulas, barcos, cuerdas y a los sistemas de refrigeración industrial, lo que causa oclusión de conductos. En varias localidades de América del norte y Europa, esta especie ha sido considerada como invasora (Rajagopal *et al.* 2002).

Moluscos dulceacuícolas de sistemas lóticos

Los sistemas lóticos se pueden dividir en arroyos y ríos. Los moluscos registrados en arroyos son principalmente caracoles. En general, es baja la cantidad de especies (16 de caracoles y tres bivalvos) como su abundancia. Las especies más conocidas en este tipo de hábitats son grupos de caracoles prosobranquios, todos ellos pertenecientes a la familia Pachychilidae: *Pachychilus corvinus* (montañas de Poaná, Tacotalpa), *P. chrysalis* (figura 1ñ; Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, Teapa, y Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana), *P. pilsbryii* (montañas de Poaná, Tacotalpa), y *P. glaphirus* con variedades (Tabasco sin localidades definidas; Martens 1892-1901, Rangel-Ruiz y Gamboa-Aguilar 2001, 2004). Todas estas especies se conocen con el nombre común de shutti y tienen importancia alimenticia y comercial para los pobladores que viven cerca a estos arroyos. Desafortunadamente las poblaciones de estas especies están siendo disminuidas principalmente por la contaminación y por la sobreexplotación.

Moluscos dulceacuícolas de sistemas lénticos permanentes

Los moluscos de agua dulce en cuerpos de agua permanentes son tan diversos y abundantes como lo son este tipo de hábitats. Estos moluscos acuáticos incluyen aproximadamente 38 especies de gasterópodos y 14 de bivalvos. Las especies más abundantes y mejor distribuidas son las siguientes: entre los gasterópodos *Melaniodes tuberculata* (figura 1o), *Pomacea flagellata* y *Neritina reclivata*; y entre los bivalvos *M. leucophaeata*, *Spharium partenium* y *Polymesoda artacta*.

Por su importancia alimenticia destaca el caracol *Pomacea flagellata*, mejor conocido en Tabasco como tote, y las macroalmejas *Polymesoda arctacta*, *P. caroliniana*, *Rangia cuneata*, *Rangia* (*Rangianella*) *flexuosa*, *Cyrtonaias tampicoensis tecomatensis*, *Potamilus alata* y *Pyganodon grandis* que viven en diversas lagunas del estado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Moluscos dulceacuícolas de sistemas lénticos temporales

Constan de aproximadamente 16 especies de gasterópodos y seis de bivalvos. Las más abundantes y mejor distribuidas son: entre los gasterópodos, *P. flagellata, Pyrgophorus coronatus y Biomphalaria obstructa* (figura 1p), y entre los bivalvos *C. tampicoensis tecomatensis*, *S. partenium* y *S. transversus*.

Conclusión y recomendaciones

En el mundo existe una enorme preocupación sobre la conservación de los invertebrados, los cuales comprenden casi 99% de toda la diversidad animal (Ponder y Lunney 1999), y en particular los moluscos que son considerados el segundo *phylum* más diverso. Esto es producto de la gran cantidad de especies de moluscos amenazadas (UICN 2011) que se han extinguido o que están en grave peligro debido a diferentes causas, como la pérdida y modificación de su hábitat, contaminación química o física, introducción de especies exóticas, entre otras.

Si bien se tienen registros malacológicos en cuatro áreas naturales protegidas de Tabasco (Parque Estatal Agua Blanca, Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka', Parque Estatal de la Sierra de Tabasco y Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla), quedan nueve que requieren ser estudiadas (SERNAPAM 2012). De estos estudios se deben determinar las áreas en las que se encuentre el mayor número de especies endémicas y que se localicen en hábitats frágiles que puedan provocar una rápida extinción o disminución de su población. Se tiene que poner atención en áreas propensas a la introducción de especies exóticas o en aéreas con alta probabilidad de ser modificadas por actividades del ser humano.

Es claro que los inventarios malacológicos son insuficientes, y más aún los estudios sobre la función ecológica que estas especies desempeñan en los procesos del ecosistema (Lydeard *et al.* 2004), así como los biológicos tan necesarios para establecer programas de conservación de este grupo animal.

En particular, por sus hábitos de vida sedentarios y de poco movimiento, muchas especies de moluscos son endémicas y, por lo tanto, únicas en su tipo; como consecuencia, la pérdida de su hábitat trae consigo su extinción. Por tal motivo y de acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, muchos moluscos terrestres y dulceacuícolas deberían ser considerados como especies y subespecies en peligro de extinción, ya que sus áreas de distribución o tamaño poblacional están siendo drásticamente disminuidas, y ponen en riesgo su viabilidad biológica en toda su área de distribución.

Hay que añadir que sólo *Megalonaias nicklineana* y *Cyrtonaias tampicoensis tecomatensis* registradas en Tabasco se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por eso se recomienda ampliamente revisar las poblaciones y especies que se distribuyen en el estado.

Por lo anterior, es necesario acelerar los estudios acerca de la biología (alimentación, reproducción, ciclo de vida, cultivo, entre otros) que permitan generar bancos de germoplasma para las especies terrestres (viveros malacológicos en campo y en laboratorio), y así asegurar material biótico para reintroducirlas en áreas con programas de regeneración de selvas, y para las especies dulceacuícolas reintroducirlas en cuerpos de agua en los que sus poblaciones han disminuido o desaparecido.

Otro aspecto importante en el que se deberá trabajar es en la gestión de recursos económicos para continuar su estudio, formar nuevos investigadores y establecer programas de manejo y conservación de poblaciones y comunidades de moluscos que, por lo general, son ignorados por instituciones de financiamiento económico y dependencias de gestión de la conservación.

Para el estado es muy importante la gestión de programas de prevención para evitar la introducción de especies exóticas y, para las ya existentes como *Melanoides tuberculata* y *Tarebia granifera* (figura 1q), gestionar recursos y con ello determinar su impacto sobre otras especies de gasterópodos nativos en las lagunas invadidas y, si es posible, crear programas de control o erradicación.

El mejillón *Mytilopsis leucophaeata* es una especie invasora, resistente y con muy alto potencial reproductivo, por lo que es necesario incrementar medidas de control en las zonas de carga y descarga de mercancías en los puertos de Tabasco, como Dos Bocas en Paraíso y Frontera en Centla, ya que este mejillón puede viajar adherido al casco de los barcos, cuerdas y otras estructuras duras, y así distribuirse en nuevas localidades causando problemas en la infraestructura y desplazamiento de otras especies de invertebrados.

Por último, se deben crear programas de educación y difusión sobre la importancia biológica,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Moluscos registrados en el estado. a) *Megalonaias nickliniana*, b) *Cyrtonaias tampicoensis tecomatensis*, c) *Belocaulus angustipes*, d) *Euglandina cumingi*, e) *Streptostyla nigricans*, f) *Carychium exiguum*, g) *Eucalodium decollatum*, h) *Lucidella lirata*, i) *Chondropoma martensianum*, j) *Neritina virginea*, k) *Crassostrea virginica*, l) *Rangia (Rangianella) flexuosa*, m) *Mytilopsis leucophaeata*, n) raíz de mangle con *Mytilopsis leucophaeata*, ñ) *Pachychilus chrysalis*, o) *Melanoides tuberculata*, p) *Biomphalaria obstructa*, y q) *Tarebia granifera*. Fotos: Luis José Rangel Ruiz y Jaquelina Gamboa Aguilar.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ecológica, alimenticia y parasitológica (entre otros tópicos) de este grupo animal, enfocados a tomadores de decisiones, estudiantes, investigadores y público en general. En el sector educativo esta información debería incluirse en los programas de estudio, desde educación primaria hasta la universidad.

Referencias

Brusca, R.C y G.J. Brusca. 2005. *Invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana, Madrid.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1997. Regiones prioritarias para la conservación de México. En: ‹*www.conabio.gob.mx/dtos/rpcm*›, última consulta: 11 de agosto de 2011.

Hickman, C., L.S. Roberts y A. Parson. 1998. *Principios integrales de zoología*. McGraw-Hill Interamericana, Madrid.

Lydeard, C., R.H. Cowie, W.F. Ponder *et al*. 2004. The global decline of nonmarine Mollusks. *BioScience* 54(4):321-330.

Martens, E.V. 1892-1901. Land and freshwater Mollusca. En: *Biologia Centrali Americana*. F. Godman y O. Salvin (eds.). Londres, pp. 1-706.

Naranjo-García, E. 2003. Malacofauna de la hojarasca. Parte IV. En: *Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México*. J. Álvarez-Sánchez y E. Naranjo-García (eds.). Instituto de Biología y Facultad de Ciencias-UNAM/Instituto de Ecología A.C., México, pp. 141-161.

Rajagopal, S., M. van der Gaag, G. van der Velde y H. A. Jenner. 2002. Control of brackish water fouling mussel, *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad), with sodium hypochlorite. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 43:296-30.

Rangel-Ruiz, L.J. y J. Gamboa-Aguilar. 2001. Diversidad malacológica en la región Maya. I. Parque estatal de la Sierra, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 82:1-12.

——. 2004. Diversidad malacológica en la región maya II. Parque Estatal de Agua Blanca, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20(1):55-62.

——. 2005. Moluscos gasterópodos. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 167-176.

SAGARPA y CONAPESCA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2000. Anuario Estadístico de Pesca 2000. En: <*https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca*>, última consulta: 24 de octubre de 2016.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SERNAPAM. Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2012. Áreas Naturales Protegidas de Tabasco. En: ‹*http://sernapam.tabasco.gob.mx/anp02.php*›, última consulta: 7 de junio de 2012.

Strong, E.E., O. Gargominy, W.F. Ponder y P. Bouchet. 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:149-166.

Toledo, A. 2003. *Ríos, costas, mares. Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México*. SEMARNAT/INE/Colegio de México, México.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2011. Sobre la UICN. En: ‹*http://www.iucn.org/es/sobre*›, última consulta: 11 de agosto de 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Insectos

Manuel Pérez De la Cruz y Aracely de la Cruz Pérez

Descripción

Los insectos pertenecen al grupo de los artrópodos y se caracterizan por poseer apéndices articulados, cuerpos segmentados y un exoesqueleto que los protege del medio. Los insectos se clasifican en la clase Hexapoda o Insecta, y se diferencian de los demás artrópodos porque tienen un cuerpo segmentado en tres partes (cabeza, tórax y abdomen), un par de antenas, un par de mandíbulas y un par de maxilas (Triplehorn y Johnson 2005; figura 1).

Los insectos son el grupo de animales más abundante y diverso sobre el planeta, tienen amplia distribución. Sus diferentes estrategias reproductivas (partenogénesis, poliembrionía, viviparidad, hermafroditismo) han permitido que la mayoría produzca grandes cantidades de descendientes (figuras 2 y 3) como mecanismo para asegurar su supervivencia. Su tamaño es muy variado, desde 0.25 a 330 mm, lo que les permite ocupar prácticamente cualquier nicho. Sus hábitos de alimentación y la relación con otros organismos les han permitido desarrollar diferentes tipos de aparato bucal (picador-chupador, mordedor-masticador, lamedor-chupador).

Las extremidades para la locomoción (patas y alas) están adaptadas para diferentes funciones, como caminar, saltar, nadar, volar o incluso prescindir de ellas en alguna etapa de su vida. Debido a la diversidad de ambientes (terrestre, acuático o dentro de algún huésped) han desarrollado diferentes estrategias para el intercambio gaseoso (entrada de oxígeno y salida de bióxido de carbono de su cuerpo). De igual forma, sus diversos estados de desarrollo (huevo, larva-ninfa, pupa o crisálida e imago o adulto) les han permitido

Figura 1. Se muestra el cuerpo segmentado de un insecto con sus apéndices articulados y exoesqueleto. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

Pérez-De la Cruz, M. y A. Cruz-Pérez. 2019. Insectos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 255-260.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Huevos ovipositados por una mariposa. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

Figura 3. Larvas de una mariposa. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

explorar diferentes ambientes durante sus ciclos de vida, ya que pueden habitar un lugar en etapas tempranas de desarrollo (inmaduro, figura 4) y otro durante la etapa adulta (figura 5). Esto les permite aprovechar los recursos disponibles en distintos entornos o incluso no alimentarse durante algún tiempo.

Diversidad

En el mundo se tienen registradas 1 025 000 especies de artrópodos (Hammond 1992), de estas 950 000 son insectos. Para México se reportan 23 044 especies de artrópodos, de las cuales 19 401 son insectos, y el orden Coleoptera es el mejor representado con 7 988 especies.

En el cuadro 1 se presentan los grupos de insectos documentados para Tabasco según lo recopilado por Llorente-Bousquets *et al.* (1996). Se muestran 344 especies, 97 de ellas pertenecientes al orden Hymenoptera, seguido de Odonata y Psocoptera. En general, el conocimiento de la diversidad de insectos de Tabasco equivale a 1.8% respecto a las especies conocidas de México (Llorente-Bousquets *et al.* 1996).

Cuadro 1. Grupos de insectos registrados para México y Tabasco.

Taxa	Número de especies		Porcentaje respecto a México
	México	Tabasco	
Coleoptera	7 988	7	0.1
Díptera	767	24	3.1
Ephemeroptera	116	0	0.0
Hemiptera	2 780	0	0.0
Hymenoptera	2 625	97	3.7
Lepidoptera	2 610	53	2.0
Malacodermata	392	22	5.6
Mecoptera	9	0	0.0
Odonata	352	75	21.3
Plecoptera	47	1	2.1
Psocoptera	642	62	9.6
Raphidioptera	13	0	0.0
Siphonaptera	136	3	2.2
Thysanoptera	599	0	0.0
Trichoptera	325	0	0.0
Total	**19 401**	**344**	**1.8**

Fuente: Llorente-Bousquets *et al.* 1996.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Oruga de una mariposa alimentándose de hojas. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

Figura 5. Mariposa alimentándose de néctar. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

En el cuadro 2 se registran los trabajos que se hicieron del 2002 al 2010 en la entidad y que contribuyen a conocer la entomofauna. Estos estudios se han enfocado a describir la composición de 51 familias de los órdenes de insectos más conocidos (Coleoptera, Lepidoptera, Orthopthera, Hemiptera, Odonata e Hymenoptera), de los cuales la mayor cantidad de especies lo registran Lepidoptera (253) y Coleoptera (135). De manera general se muestran 388 géneros y 483 especies, lo que equivale a 2.5% de la diversidad de insectos descrita para México, por lo que el conocimiento de los insectos en esta región aún es limitada.

Distribución

A los insectos se les puede encontrar en cualquier parte del mundo, en zonas tropicales, montañas, desiertos, regiones polares y muy escasamente en los océanos. En Tabasco han sido colectados en sitios muy puntuales y se tienen registros en los pantanos de Centla, región Sierra, específicamente de Teapa y Tacotalpa, asociados al agroecosistema cacao en Cárdenas y en muestras de semillas que provienen de algunos municipios del estado.

Importancia ecológica, económica y cultural

Debido a sus múltiples características, los insectos han sido objeto de estudio desde varios puntos de vista; uno es el agrícola, ya que gran parte del conocimiento de estos organismos se ha generado por la necesidad de amortiguar sus efectos sobre las plantas de interés para el ser humano, ya que son considerados plagas de los cultivos, así como las enfermedades que pueden ser transmitidas por algunos insectos (vectores). Sin embargo, existen especies que el ser humano ha utilizado para su beneficio, por ejemplo, las abejas (*Apis mellifera*) para obtener miel, el gusano de seda (*Bombys mori*) para producir la preciada seda o aceites para la industria cosmética o alimentaria; el pigmento de los insectos *Dactylopius coccus* se usa como colorante para alimento y cosméticos, la utilización de insectos polinizadores en la agricultura (hecho sustancial para algunos cultivos) o como fuente

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Grupos de insectos registrados para Tabasco en estudios recientes.

Orden	Familia	Número de géneros	Número de especies	Referencia
Hemiptera				
	Anthocoridae	1	0	Peralta 2005
	Miridae	2	0	
	Nabidae	2	0	
	Reduvidae	25	0	
	Alydidae	2	0	
	Coreidae	13	1	
	Pyrrhocoridae	1	0	
	Rhopalidae	2	0	
	Lygaeidae	9	2	
	Belostomatidae	2	0	Rodríguez 2003
	Hidrometridae	1	0	
	Nepidae	1	0	
	Naucoridae	1	0	
	Gerridae	1	0	
	Notonoctidae	1	0	
	Pentatomidae	3	3	
	Subtotal	**67**	**6**	
Orthoptera				
	Tettigonidae	11	9	García 2004
	Gryllotalpidae	1	1	
	Gryllidae	6	6	
	Tetrigidae	2	2	
	Acrididae	12	10	
	Tridactylidae	1	0	
	Subtotal	**33**	**28**	
Phasmatodea				
	Phasmatidae	1	0	García 2004
Mantodea				
	Mantidae	6	6	García 2004
Blattodea				
	Blattidae	1	1	García 2004
	Blaberidae	2	3	
	Subtotal	**10**	**10**	
Lepidoptera				
	Papilionidae	6	13	López 2002, SNIB-CONABIO 2010
	Pieridae	19	31	
	Nymphalidae	78	144	López 2002, SNIB-CONABIO 2010
	Lycaenidae	29	43	
	Arctiidae	15	16	
	Bombycidae	1	1	
	Saturnidae	2	2	
	Sphingidae	2	3	
	Subtotal	**152**	**253**	
Coleoptera				
	Curculionidae	32	63	Pérez-De la Cruz *et al.* 2009 Pérez-De la Cruz 2005
	Chrisomelidae	14	50	Cruz-Pérez 2009
	Melolonthidae	8	13	SNIB-CONABIO 2010
	Passalidae	5	6	
	Scarabaeidae	2	3	
	Subtotal	**61**	**135**	
Odonata				
	Calopterygidae	1	2	González 2003
	Coenagrionidae	4	3	
	Aeshnidae	3	4	
	Gomphidae	1	1	
	Libellulidae	14	28	
	Subtotal	**23**	**38**	
Hymenoptera				
	Ichneumonidae	35	0	López 2008, SNIB-CONABIO 2010
	Apidae	2	5	
	Braconidae	1	2	
	Chalcididae	1	3	
	Eurytomidae	1	1	
	Encyrtidae	1	1	
	Ichneumonidae	1	1	
	Subtotal	**42**	**13**	
Total	**51**	**388**	**483**	

directa de alimento. Hay grupos de insectos utilizados como reguladores (depredadores o parasitoides) de otros insectos considerados plagas en los cultivos, como las larvas y adultos de la familia Coccinellidae (figuras 6 y 7) que se alimentan de pulgones o, en el caso de las avispas parasitoides que ovipositan sobre o dentro de sus huéspedes, para que sus descendientes se alimenten de ellos (familias Eulophidae, Chalcididae y Ichneumonidae).

Algunos grupos de insectos son sugeridos para utilizarse como indicadores de la calidad del ambiente, ya que son sensibles a la contaminación y a cambios en factores ambientales, tales como Ephemeroptera, Trichoptera y Odonata. En investigaciones criminológicas algunos dípteros pueden ser utilizados para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte de un organismo, pues se relaciona con la etapa de desarrollo en que se encuentre el insecto.

Otro ejemplo del uso de los insectos en la entidad es el estudio desarrollado por Bueno-Soria *et al.* (2005), en el que se emplean como indicadores de la calidad del ambiente en los cuerpos de agua, evaluando los principales grupos (Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Odonata, Trichoptera,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. Larva de Coccinellidae alimentándose de pulgones. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

Figura 7. Adulto de Coccinellidae alimentándose de pulgones. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

Plecoptera y Megaloptera) para conocer su biodiversidad en áreas cercanas a instalaciones petroleras. En el estudio se concluye que la composición y número de comunidades de macroinvertebrados bentónicos (en donde se encuentran los insectos asociados a cuerpos de agua) presentaron fuertes impactos por las actividades petroleras.

Un gran potencial del uso de los insectos puede darse mediante el conocimiento de sus diversas interacciones con otros organismos (desde invertebrados hasta vertebrados). La gran diversidad de formas, colores, tamaños y muchos de sus atributos antes descritos han llamado la atención de entomólogos y coleccionistas que han dedicado su vida a hacer importantes contribuciones en el conocimiento de tan abundante entomofauna de los ecosistemas.

Oportunidades y acciones de conservación

En Tabasco, el estudio de los insectos ha sido muy limitado. Existen registros de colectas esporádicas y trabajos muy puntuales, por lo que se ha representado solo una minoría (aproximadamente 2.5%) de los grupos más conocidos, y queda por conocer una inmensa fauna asociada a diversos ecosistemas del sur de México. En cuanto a su conservación, existen relictos de selvas en la región Sierra del estado, que comprende a Teapa, Tacotalpa, Macuspana, Tenosique y Huimanguillo, así como áreas de manglares en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Paraíso y Cárdenas en donde los insectos asociados a estos ecosistemas aún no se han evaluado, por lo que es necesario hacer estudios sistemáticos para conocer la situación actual de este abundante grupo.

Principales amenazas y oportunidades

El conocimiento de la diversidad y abundancia de este grupo aún es poco. Se desconoce el número real de especies de esta región y es probable que no se llegue a conocer ya que el ser humano modifica los ecosistemas mediante la tala inmoderada, incendios de bosques y selvas, así como por el uso indiscriminado de insecticidas y la ejecución de prácticas agrícolas inadecuadas (Jiménez 1996). Por lo tanto, es

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

importante promover el conocimiento de tan diverso grupo y estudiar sus relaciones con otros animales (por ejemplo, la diversidad y abundancia de las especies de insectos que sirven de alimento a múltiples especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles, sin dejar de mencionar la función de los insectos acuáticos con los peces) y plantas que se encuentran con algún estado de protección o amenaza, ya que en la mayoría de los casos estas relaciones aún no han sido evaluadas en la entidad.

Conclusión y recomendaciones

Debido a que la diversidad real de insectos en los ecosistemas y agroecosistemas del estado aún se desconoce, se sugiere implementar estudios sistemáticos para colectar e identificar a tan diverso grupo, así como promover la creación de colecciones de referencia en las que se puedan conservar muestras representativas de estos organismos y contribuir a su conocimiento. De igual forma, es necesario evaluar sus interacciones con otros organismos y formar recursos humanos en el área de la entomología, dado que se carece de especialistas y recursos económicos para el estudio de estos artrópodos.

Referencias

Bueno-Soria, J., S. Santiago-Fragoso y R. Barba-Álvarez. 2005. Insectos acuáticos. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 195-224.

Cruz-Pérez, A. 2009. *Estudio faunísticos de bruquídos (Coleoptera: Bruchidae) en el estado de Tabasco, México*. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

García, J.M. 2004. *Estructura del Orden Orthoptera (Arthropoda: Insecta) asociada a cuatro tipos de vegetación en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

González, G.M. 2003. *Estructura del orden Odonata (Arthropoda: Insecta) en cuatro tipos de vegetación en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Hammond, P.M. 1992. Species inventory. En: *Global Diversity. Status of the Earth´s Living Resources*. B. Groombridge (ed.). World Conservation Monitoring Centre/Chapman and Hall, Londres, pp. 17-39.

Jiménez, M.L. 1996. Araneae. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). UNAM, México, pp. 83-101.

Llorente-Bousquets, J., E. González-Soriano, A.N. García-Aldrete y C. Cordero. 1996. Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). UNAM, México, pp. 3-14.

López, V.D. 2008. *Contribución al conocimiento de la superfamilia Ichneumonoidea (Hexapoda: Hymenoptera) en la Reserva Ecológica de Yu-Balcah, Tacotalpa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

López, P. 2002. *Estructura de la superfamilia Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en cuatro tipos de vegetación en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Peralta, M. 2005. *Composición y Estructura del Orden Hemiptera: Heteroptera (Artropoda: Insecta) en cuatro tipos de vegetación en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Pérez-De la Cruz, M. 2005. *Diversidad de insectos capturados por arañas tejedoras (Arachnida: Araneae) en el agroecosistema cacao en Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Cárdenas.

Pérez-De la Cruz, M., M.A. Equihua, N.J. Romero *et al*. 2009. Diversidad, fluctuación poblacional y plantas huésped de escolítinos (Coleoptera: Curculionidae) asociados con el agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:779-791.

Rodríguez, S. 2003. *Comunidades de insectos acuáticos del orden Hemiptera en cuatro tipos de vegetación en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

SNIB-CONABIO. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-Comisión Nacional para al Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. Base de datos de artrópodos. CONABIO, México.

Triplehorn, C.A. y N.F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong´s introduction to the study of insects*. Thomson Brooks/Cole, California.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Arácnidos

Manuel Pérez De la Cruz y Aracely de la Cruz Pérez

Descripción

Después de los insectos, los arácnidos forman uno de los grupos de invertebrados más diversos del mundo. Estos organismos son depredadores principalmente de insectos y han ocupado casi todos los hábitats de la tierra (Turnbull 1973).

Este grupo pertenece a la clase Arachnida, que carece de antenas, tiene un par de quelíceros, un par de pedipalpos y cuatro pares de patas articuladas en la parte anterior del cuerpo llamada prosoma o cefalotórax (figura 1), el resto del cuerpo la constituye el abdomen o también nombrado opistosoma (Triplehorn y Johnson 2005).

Los arácnidos son de tamaño variable, desde menos de 1 mm hasta 18 cm aproximadamente, generalmente son de hábitos nocturnos y depredadores, aunque hay algunos que están adaptados a las actividades diurnas, como las especies que pertenecen a la familia Salticidae (figura 2). Los órdenes considerados como arácnidos son los Escorpiones, Pseudoescorpiones, Solifugae, Palpigradi, Uropygi, Schizomidae, Amblypygi, Araneae, Recinulei, Opiliones y Acari.

Diversidad

En el mundo existen descritas 42 751 especies de arañas que están agrupadas en 3 859 géneros y 110 familias (Platnick 2012). Para México se citan 2 625 especies, y el orden Araneae es el mejor representado con 2 506, agrupadas en 413 géneros que pertenecen a 62 familias (Jiménez 1996).

En Tabasco se registran 270 especies, de las cuales el orden Araneae contiene 264; en general, el conocimiento de la fauna aracnológica del estado equivale a 10.28% de lo registrado para México (Jiménez 1996, Llorente-Bousquets *et al.* 1996; cuadro 1). En el apéndice 20 se presentan las familias del orden Araneae que se han

Figura 1. Tarántula que muestra los apéndices característicos de un arácnido. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

Figura 2. Especie de la familia Salticidae con hábitos diurnos. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

Pérez-De la Cruz, M. y A. Cruz-Pérez. 2019. Arácnidos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 261-263.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Número de especies por grupo de arácnidos citados de México y Tabasco.

Taxones	Número de especies		(%)
	México	Tabasco	
Palpigradi	1	1	100.00
Schizomidae	3S	3	8.60
Uropygi	2	0	0.00
Amblypygi	14	2	14.20
Solifugae	S7	0	0.00
Ricinulei	10	0	0.00
Araneae	2 S06	264	10.S0
Total	**2 625**	**270**	**10.28**

Fuente: Llorente-Bousquets *et al.* 1996.

estudiado en la entidad, se citan a seis familias con 52 géneros y 53 especies identificadas (Pérez-De la Cruz y Cruz-Pérez 2003, Cruz-Pérez 2005, Pérez-De la Cruz *et al.* 2007). Tabasco ocupa el sexto lugar con mayor diversidad de especies registradas a escala nacional, sólo por debajo de Tamaulipas, Chiapas, Guerrero, Veracruz y Baja California (Jiménez 1996).

Distribución

Las arañas pueden ocupar cualquier hábitat; sin embargo, es escaso el conocimiento sobre su distribución en Tabasco, y sólo se cuenta con registros de colectas esporádicas, así como un estudio asociado al agroecosistema cacao.

Importancia ecológica

Las arañas son organismos que depredan principalmente insectos y forman parte del complejo de sus enemigos naturales en casi todos los ecosistemas terrestres (Turnbull 1973, Foelix 1996). Este aspecto, junto con su abundancia y capacidad para colonizar diferentes ecosistemas, ha hecho que se les considere un elemento de utilidad dentro del control biológico de plagas (Robinson y Robinson 1974, Riechert y Lockley 1984, Aguilar 1988, Nyffeler *et al.* 1994).

Oportunidades y acciones de conservación

En comparación con los grupos de insectos depredadores, la función de las arañas como agentes reguladores de las poblaciones de insectos ha sido poco estudiada (figura 3). No obstante, en las últimas décadas se han hecho estudios encaminados a evaluar el impacto de diferentes especies o comunidades de arañas sobre los insectos asociados con diversos cultivos, aunque en su mayoría se han realizado en regiones templadas (Riechert y Lockley 1984, Breene *et al.* 1990, Wise 1993, Nyffeler *et al.* 1994) y, en menor medida, en regiones tropicales (Robinson y Robinson 1974, Aguilar 1988, Ibarra 1990).

Figura 3. Araña (Salticidae) depredando un insecto fitófago. Foto: Manuel Pérez de la Cruz.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Principales amenazas y oportunidades

Al igual que los insectos, el conocimiento sobre la diversidad de arácnidos en Tabasco es escaso, especialmente en las regiones tropicales, ya que sus registros consisten de colectas esporádicas y no existen estudios sistemáticos que evalúen la diversidad de dicho grupo en los diferentes ecosistemas y agroecosistemas, y es probable que la diversidad real no se llegue a conocer debido a las modificaciones en los ecosistemas a causa de las múltiples actividades antropogénicas.

Conclusión y recomendaciones

Debido a que los arácnidos desarrollan importantes funciones específicas en el ambiente y se desconoce su diversidad real en los ecosistemas y agroecosistemas del estado, es necesario implementar estudios sistemáticos para colectar e identificar tan diverso grupo, así como promover la creación de colecciones de referencia en las que se puedan conservar muestras representativas de estos organismos y contribuir a su conocimiento. De igual forma, se requiere fomentar la formación de recursos humanos en el área de la aracnología, debido a la carencia de especialistas que permitan el desarrollo del conocimiento sobre este grupo.

Referencias

Aguilar, P. 1988. Arañas y control de plagas. *Revista Peruana de Entomología* 31:1-8.

Breene, R.G., W.L. Sterling y M. Nyffeler. 1990. Efficacy of spider and ant predators on the cotton fleahopper (Hemiptera: Miridae). *Entomophaga* 35:393-401.

Cruz-Pérez, A. 2005. *Diversidad y distribución de arañas tejedoras (Arachnida: Araneae) en el agroecosistema cacao en Teapa, Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Cárdenas.

Foelix, F.R. 1996. *Biology of spiders*. Oxford University Press, Nueva York.

Ibarra, N.G. 1990. Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del Soconusco, Chiapas, México. I. Variedad y abundancia. *Folia Entomológica Mexicana* 79:207-231.

Jiménez, M.L. 1996. Araneae. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). UNAM, México, pp. 83-101.

Llorente-Bousquets J., E. González-Soriano, A.N. García-Aldrete y C. Cordero. 1996. Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). UNAM, México, pp. 3-14.

Nyffeler, M., W.L. Sterling y D.A. Dean. 1994. Insectivorous activities of spiders in United States field crops. *Journal of Applied Entomology* 118:113-128.

Pérez-De la Cruz, M. y A. Cruz-Pérez. 2003. *Estudio de la diversidad de cuatro familias de arañas (Araneae: Araneidae, Gnaphosidae, Salticidae y Theridiidae), en cuatro tipos de asociación vegetal, en el ejido las Delicias del municipio de Teapa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Pérez-De la Cruz, M., S. Sánchez-Soto, C.F. Ortíz-García *et al*. 2007. Diversidad de insectos capturados por arañas tejedoras (Arachnida: Araneae) en el agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology* 36:90-101.

Platnick, N.I. 2012. The world spider catalog, versión 12.5. American Museum of Natural History. En: ‹*http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog*›, última consulta: 25 de junio de 2012.

Riechert, S.E. y T. Lockley. 1984. Spider as biological control agents. *Annual Review of Entomology* 29:299-320.

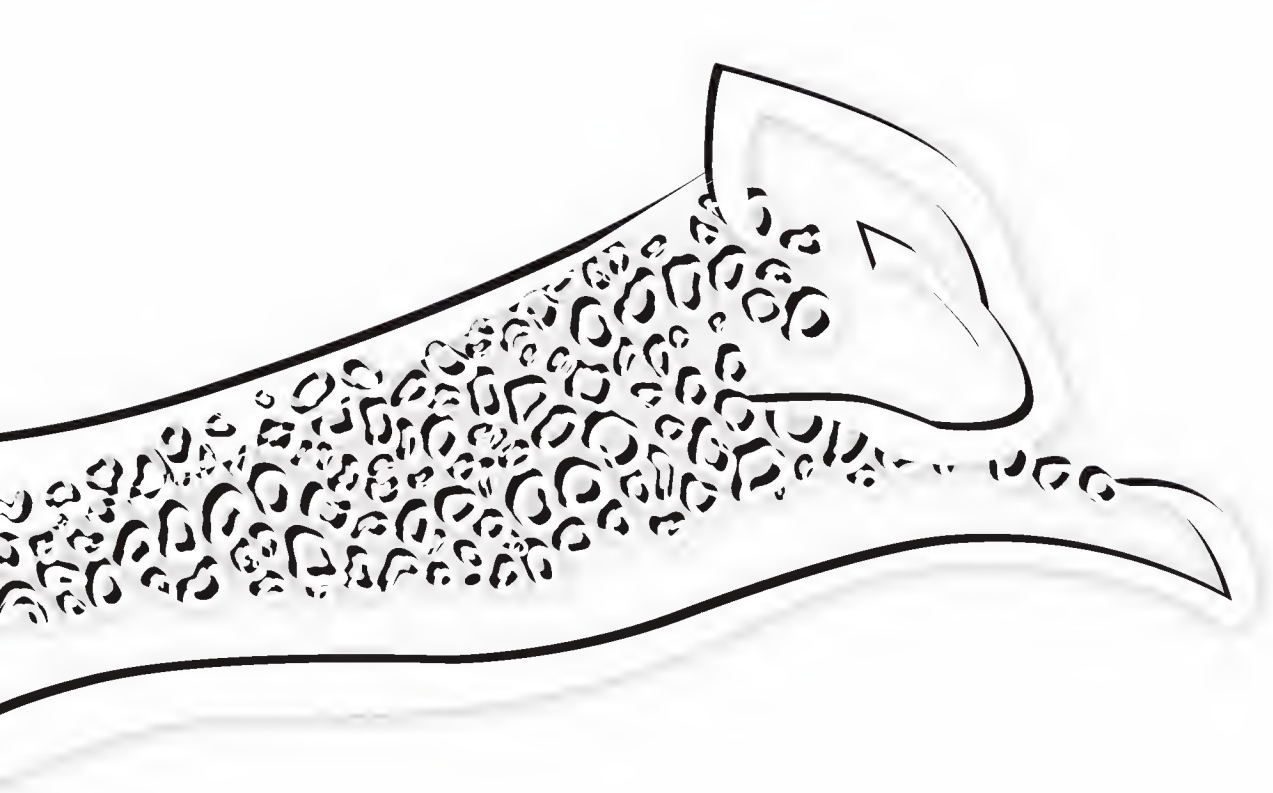
Robinson, M.H. y B. Robinson. 1974. A census of web-building spider in a coffee plantation at Wau, New Guinea, and an assessment of their insecticidal effect. *Tropical Ecology* 15:95-107.

Triplehorn, C.A. y N.F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong´s introduction to the study of insects*. Thomson Brooks/Cole, California.

Turnbull, A.L. 1973. Ecology of the true spider (Araneomorphae). *Annual Review of Entomology* 18:305-348.

Wise, D.H. 1993. *Spider in ecological webs*. Cambridge University Press, Cambridge.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los brúquidos (Coleoptera: Bruchidae)

Aracely de la Cruz Pérez, Jesús Romero Nápoles y Manuel Pérez De la Cruz

Descripción

Los coleópteros de la familia Bruchidae son insectos conocidos como gorgojos o escarabajos de las semillas. Los brúquidos se caracterizan por alimentarse específicamente de semillas, dejan un orificio perfectamente bien redondeado en los bordes cuando emergen, por ejemplo, de la vaina del arbusto *Acacia cornigera* conocida como cornezuelo (figura 1). Los insectos adultos tienen antenas serradas o pectinadas, generalmente con un borde sobre la cabeza que se extiende del clípeo (placa de la cabeza situada bajo la frente) hacia atrás de la cabeza y un área sin vellos en la frente que va hacia el punto más alto de la cabeza; tienen cuerpo pubescente con coloraciones grisáceas, marrones, blancas o doradas que forman patrones definidos en algunas especies; pueden poseer gibas o jorobas sobre el dorso a la altura del primer par de patas; el último segmento de su cuerpo está expuesto; pueden presentar espinas apicales en las metatibias (*Amblycerus* y *Zabrotes*), el fémur posterior tiene espinas o dientes que pueden estar sobre un peine en la parte apical y las tibias posteriores pueden ser arqueadas o casi rectas (figura 1). Por lo general, el adulto oviposita en la cubierta de la semilla o de la vaina hospedera, posteriormente la larva nace y hace un orificio para penetrar la semilla y finalmente alimentarse de los cotiledones o del embrión. El estado de pupa ocurre en la cavidad que deja la larva al alimentarse, posteriormente emerge el adulto y deja un opérculo u orificio perfectamente bien redondeado, que es característico de los insectos.

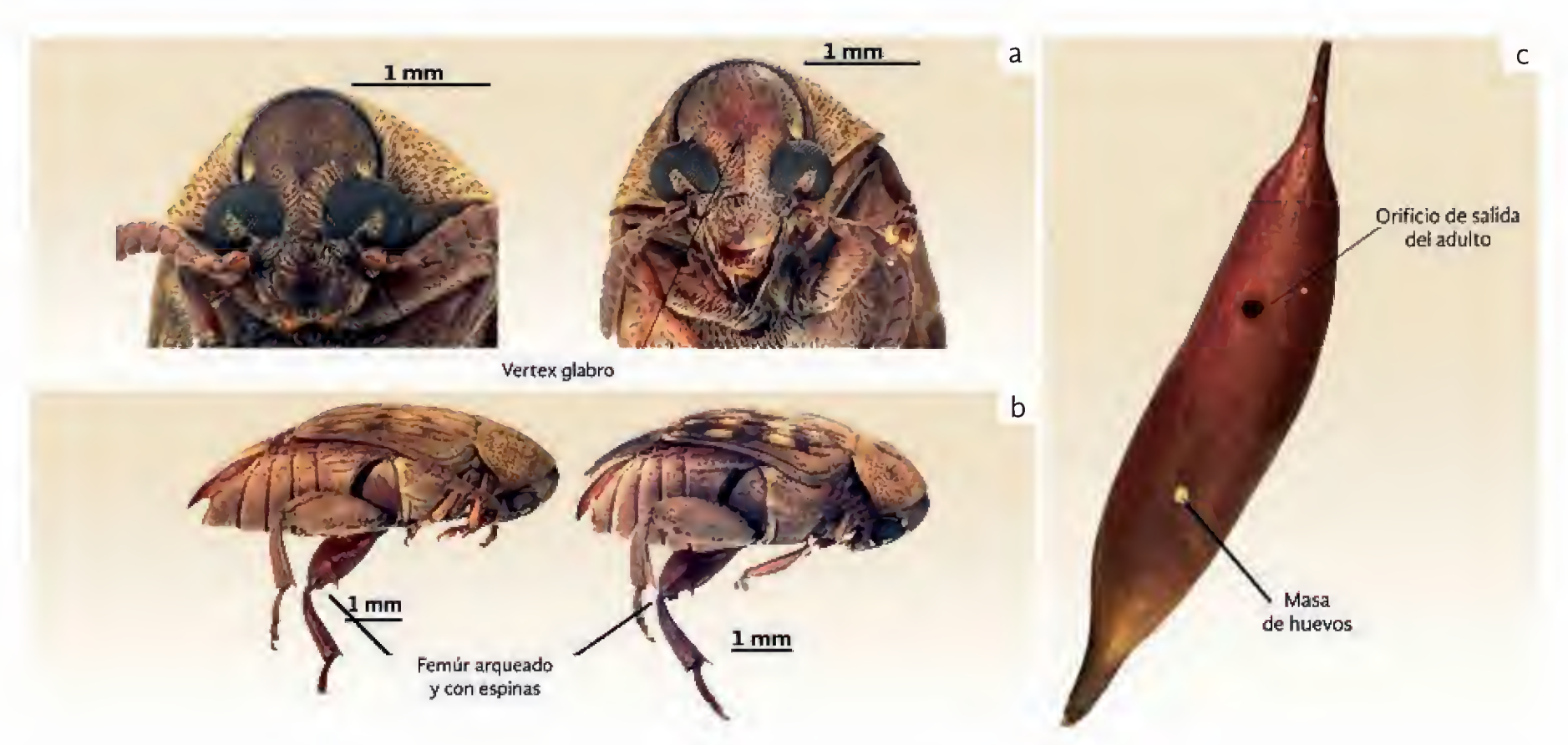


Figura 1. Características de los brúquidos: a) frente glabra, ojos prominentes, mandíbulas cortas y curvas o largas y cruzándose en el ápice; b) último par de patas arqueadas con espinas en el fémur; y c) vaina de *Acacia cornigera* (cornezuelo) con orificio de salida del insecto adulto (brúquido) y masa de huevos. Fuente: modificado de Romero *et al.* 2009.

Cruz-Pérez, A., J. Romero-Nápoles y M. Pérez-De la Cruz. 2019. Los brúquidos (Coleoptera: Bruchidae). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 265-268.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad

En el mundo se han descrito 1 600 especies de brúquidos (Romero y Johnson 2000), de las cuales 750 se encuentran en el continente americano (Johnson y Kingsolver 1981, Romero *et al.* 1996). En México se registran 337 especies distribuidas en 23 géneros (Romero y Johnson 2004); en Tabasco, este grupo de insectos se encontraba representado sólo con ocho géneros y 12 especies (Romero y Johnson 2002), pero el número de géneros se ha incrementado a 14 y el de especies a 49 (apéndice 21). En la figura 2 se indican las especies registradas para cada género de la familia, en la cual se observa que el género *Acanthoscelides* presenta el mayor número de especies (17), en contraste con la mayoría de los géneros en los que se colectaron sólo una o dos especies (Cruz-Pérez *et al.* 2013).

Importancia ecológica y económica

Este grupo de insectos tiene una relación tan cercana con sus plantas hospederas, principalmente leguminosas, que en Tabasco y en México aún no se conoce. Por una parte son reguladores naturales de poblaciones de plantas ya que se alimentan de las semillas, y sincronizan sus ciclos reproductivos con los periodos de fructificación de las plantas. No obstante, la coevolución entre las plantas hospederas y los brúquidos en México se desconoce, y es un área a explorar por botánicos, entomólogos, biólogos y ecólogos, sobre todo en el sureste del país donde los fenómenos naturales alteran los ciclos biológicos de estos organismos.

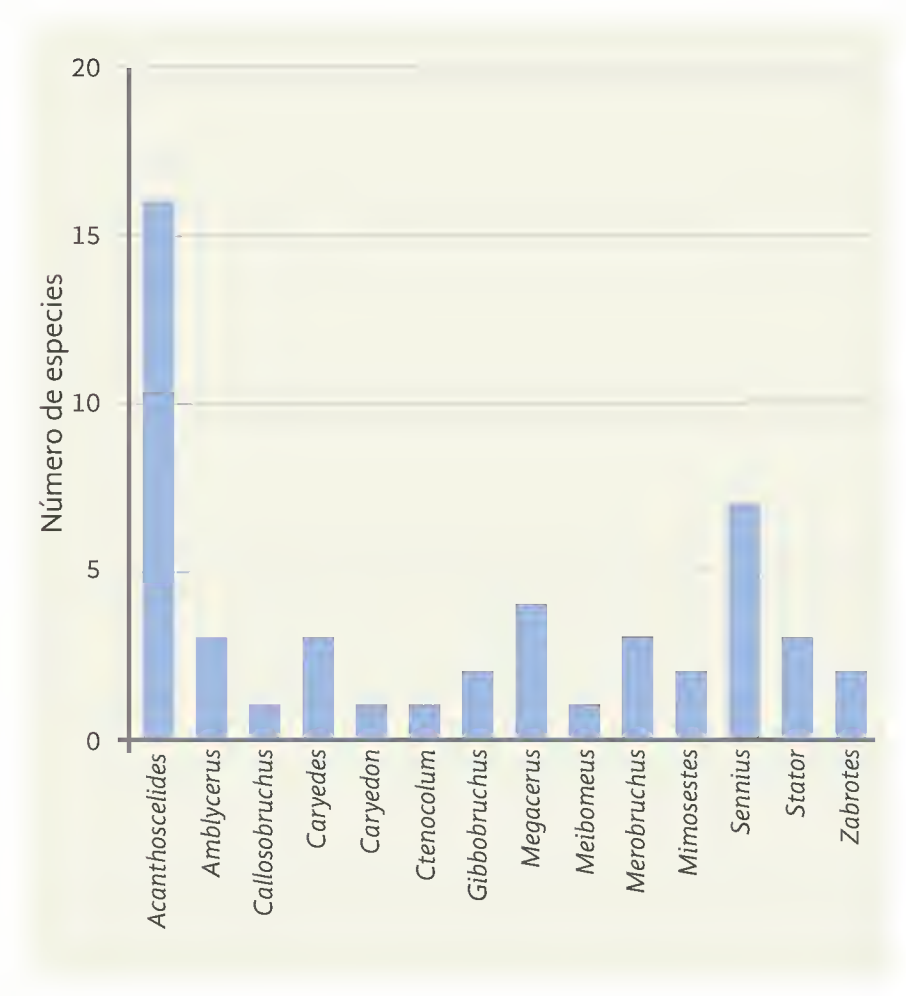


Figura 2. Número de especies registradas para cada género. Fuente: Cruz-Pérez *et al.* 2013.

Económicamente, este grupo destaca como una plaga, ya sea primaria o secundaria, pues las formas larvarias ocasionan daños a las semillas, ya sean leves u ocasionando su pérdida total. A escala mundial sólo 30 especies de brúquidos son consideradas plagas severas y al menos nueve son cosmopolitas (Romero y Johnson 2000). Son insectos pequeños de 1 a 6 mm de longitud y pueden ser transportados fácilmente en granos almacenados. Los principales géneros cosmopolitas de importancia económica son *Acanthoscelides*, *Zabrotes*, *Bruchus*, *Bruchidius*, *Callosobruchus* y *Caryedon* (Johnson y Kistler 1987, Kingsolver 2004). En Tabasco se reportan daños ocasionados por *Zabrotes subfasciatus* y *Acanthoscelides obtectus* que causan 92.85% de daño en granos almacenados de frijol (*Phaseolus vulgaris*), y la especie *Callosobruchus maculatus* ocasiona 92% de deterioro en granos de frijol pinto (*Vigna* sp; Cruz-Pérez *et al.* 2010). Se han citado alrededor de 34 familias de plantas hospederas (Romero y Johnson 2004), entre las que destacan las leguminosas (guaje, cornezuelo, frijol, frijolillo, hormiguera o café, senna, saman y cabellos de ángel), algunas de importancia forestal, ornamental, medicinal o comestibles (Cruz-Pérez *et al.* 2010).

Situación y estado de conservación

Se desconoce el estado de conservación de este grupo, ya que la mayoría de los registros se obtienen de colectas esporádicas, principalmente por redeo; asimismo, en la mayoría de los casos, se desconocen los hospederos de los cuales se alimentan. En Tabasco se tienen registros de algunos brúquidos con sus plantas hospederas de uso local (apéndice 22; Cruz-Pérez *et al.* 2010). En México sólo se han reportado dos especies de brúquidos endémicos: la especie *Cosmobruchus russelli* colectada en semillas del género *Cosmos* en Guerrero, Michoacán, Nayarit y Oaxaca; y en semillas del género *Dahlibruchus* colectada en la Ciudad de México, Guerrero, Michoacán y Sinaloa. El brúquido *Margaritabruchus cherylae* pertenece a un

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

género monotípico y endémico de México colectado únicamente en semillas de *Indigofera densiflora* de Oaxaca (Romero y Johnson 2001). En cuanto a la presencia de especies exóticas en México se han registrado tres introducidas provenientes de Europa: *Callosobruchus maculatus*, *C. phaseoli* y *Caryedon serratus* (Romero 2002); sin embargo, se desconoce si en el sureste del país existen especies endémicas o aún no descritas para la ciencia, y menos se conocen los hospederos asociados.

Es esencial hacer investigaciones enfocadas a explorar este grupo de insectos y sus hospederos asociados, ya que para el estado se reportan 2 589 especies de plantas angiospermas terrestres, de las cuales 54 están dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010; las palmas registran 11 especies y las leguminosas cinco especies (Ochoa-Gaona y De la Cruz-Arias 2002, Pérez *et al.* 2005). Estos datos son relevantes, ya que las leguminosas tienen una relación estrecha con los brúquidos. Actualmente se lleva a cabo una investigación sobre los brúquidos asociados a los ecosistemas de Tabasco, proyecto financiado por PROMEP 103.5/12/8115, cuyos avances indican que el número de especies podría incrementar a 100 y el de hospederos a 50 aproximadamente.

Principales amenazas

A pesar de que Tabasco tiene una variedad de ambientes, como selva mediana, selva baja, manglar, popal, sabana y agroecosistema cacao, éstos han sido alterados por actividades antropogénicas y fenómenos naturales que modifican la estructura vegetal, así como los periodos de floración y fructificación de un sitio en particular. Asociado a esto, el efecto de la actividad petrolera modifica drásticamente la cobertura vegetal, ocasionando la pérdida de la biodiversidad de los brúquidos y del registro de géneros y especies nuevas con sus plantas hospederas. Muchas de estas plantas tienen un uso (p.e. local, medicinal, ornamental, forrajero) o algún potencial de uso que aún no se ha descubierto, y se desconoce el nivel de daño o asociación que tienen los brúquidos con estas plantas.

Conclusión y recomendaciones

Los registros actuales de la familia Bruchidae indican que aún falta realizar estudios puntuales acerca de este grupo de insectos con hábitos alimenticios muy particulares, sobre todo enfocados a conocer sus interacciones con las plantas de las que se alimentan, pues muchas son de importancia económica en Tabasco. Los avances en el estudio de este grupo de insectos permite tener un panorama general de los insectos asociados a las plantas de interés para el hombre y proveer información para elaborar programas de reforestación, preservación de las semillas en colecciones científicas e incrementar la información en herbarios para el manejo de recursos naturales y el establecimiento de bancos de semillas.

Referencias

Cruz-Pérez, A., J. Romero, M. Pérez-De la Cruz y S. Sánchez-Soto. 2010. Evaluación del daño causado por especies de brúquidos (Coleoptera: Bruchidae) en semillas de plantas con uso local en Tabasco. En: *XXII Reunión científica-tecnológica forestal y agropecuaria Tabasco*. Villahermosa, Tabasco.

Cruz Pérez, A., J. Romero, J.L. Carrillo-Sánchez *et al.* 2013. Brúquidos (Coleoptera:Bruchidae) del estado de Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 29(1):1-95.

Johnson, C.D. y J.M. Kingsolver. 1981. Checklist of the Bruchidae (Coleoptera) of Canada, United States, México, Central America and the West Indies. *The Coleopterists Bulletin* 35:409-422.

Johnson, C. y R.A. Kistler. 1987. Nutritional ecology of bruchid beetles. En: *Nutritional ecology of insects, mites and spiders*. F. Slansky Jr. y J.G. Rodriguez (eds.). John Wiley and Sons, Nueva York, pp. 259-282.

Kingsolver, J.M. 2004. *Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta, Coleoptera)*. United States Department of Agriculture, Washington.

Ochoa-Gaona S. y V. De la Cruz-Arias. 2002. La distribución y fenología de la flora arbórea del estado de Tabasco con base en la información de herbario. *Universidad y Ciencia* 18(36):114-127.

Pérez, L.A., M. Sousa S., A.M. Hanan *et al.* 2005. Vegetación terrestre. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, P. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 65-110.

Romero, J. 2002. Bruchidae. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets y J.J. Morrone (eds.). UNAM, México, pp. 513-534.

Romero, J. y C.D. Johnson. 2000. Revision of the genus *Zabrotes* Horn of Mexico (Coleoptera: Bruchidae: Amblycerinae). *Transactions of the American Entomological Society* 126(2):221-274.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 2001. *Margaritabruchus cherylae*, new Genus and new species of new world Bruchidae (Coleoptera). *The Coleopterists Bulletin* 55(4):405-409.

——. 2002. BRUCOL. Una base de datos para Bruchidae (Insecta: Coleoptera). En: *Entomología Mexicana*. J. Romero, E.G. Estrada y A. Equihua (eds.). Colegio de Postgraduados/ Sociedad Mexicana de Entomología, Estado de México, pp. 520-524.

——. 2004. Sinopsis de los brúquidos de México (Insecta Coleoptera). En: *Entomología Mexicana*. M. Morales, A.M. Ibarra, A. del P. Rivera y S. Stanford (eds.). Colegio de Postgraduados/Sociedad Mexicana de Entomología, Estado de México, pp. 758-763.

Romero, J., C.D. Johnson y J.M. Kingsolver. 1996. *Revision of the genus Amblycerus of the United States and México (Coleoptera: Bruchidae; Amblycerinae)*. United States Department of Agriculture, Washington.

Romero, J., A. De la Cruz-Pérez y J.M. Kingsolver. 2009. Seeds beetles (Coleoptera: Bruchidae) associated witn *Acacia cornigera* (L.) Willd., with description of a new species of *Acanthoscelides* Schilsky. *Insecta Mundi* 93:1-11.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las polillas avíspa Ctenuchina y Euchromiina (Lepidoptera)

Fernando Hernández Baz

Introducción

Uno de los elementos de apoyo para los inventarios entomológicos de la fauna mexicana y de Tabasco lo constituyen los especímenes depositados en las colecciones científicas. Por eso, el presente estudio obtiene su información de la base de datos denominada Polilla, anexa a la colección de lepidópteros SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05 que cuenta con más de 10 mil registros de polillas avispa (Ctenuchina y Euchromiina) en todo México.

Descripción

El orden Lepidoptera (insectos de alas escamosas) son invertebrados estrictamente terrestres con un linaje que data del periodo cretácico con una antigüedad de 70 a 80 millones de años. Se calcula que, en la actualidad, los lepidópteros abarcan 250 mil especies en todo el mundo (Scoble 1992) agrupadas en 120 familias (Heppner 1991) que comprenden a las mariposas verdaderas (diurnas) y las denominadas polillas (mariposas crepusculares y nocturnas).

Dentro de la familia Erebidae se ubican las polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina (figura 1), cuya expansión o envergadura alar está entre 10 y 50 mm. Se caracterizan por tener un órgano timbálico en el tórax y sus antenas pueden ser simples, ciliadas o bipectinadas. La escala cromática de sus alas es muy variada, va desde colores oscuros hasta tonos vistosos o metálicos policromáticos, aunque en ocasiones sus alas son hialinas (translúcidas). Algunas polillas avispa del género *Sphecosoma*, entre otras, tienen mimetismos sorprendentes con avispas (Hymenoptera); o el género *Correbia* con escarabajos (Coleoptera), de esta característica deriva su nombre (figuras 2 y 3).

Diversidad

Las polillas Erebidae (subfamilia Arctiinae) incluyen cerca de 11 000 especies en todo el mundo (Scoble 1992). Los Ctenuchina y Euchromiina constituyen un grupo de lepidópteros, en su mayoría neotropicales, que constan de aproximadamente 2 482 especies, de las cuales 2 453 se ubican en el neotrópico y 29 en la zona neártica (Heppner 1991, Hernández-Baz 2012).

En el caso de México se calcula que hay cerca de 25 000 especies de Lepidoptera (Romeu 2000), de las cuales sólo 719 son Arctiinae (Beutelspacher 1995a, b, 1996; Hernández-Baz 1992, 2008, 2009, 2010, 2011a, b) y de éstas 240 corresponden a las polillas avispa (Hernández-Baz 2012).

Para Tabasco se han registrado 17 especies de la subtribu Ctenuchina y 17 de Euchromiina, que suman 34 especies (cuadro 1, apéndice 23) y representan 14% de las registradas a escala nacional. Éstas se distribuyen en 13 localidades (figura 4).

Considerando la cantidad de especies registradas en la base de datos Polilla, Tabasco es la quinta entidad con mayor número de especies. Por su composición, la fauna de polillas avispa del estado se asemeja a las de Campeche, Quintana Roo, Yucatán y, en menor proporción, a las de la planicie costera de Veracruz.

Distribución

El grupo de polillas avispa se distribuye principalmente en la región neotropical (más de 50% de acuerdo con Watson y Goodger 1986) y, en menor proporción, en la región neártica. En Tabasco se pueden encontrar básicamente en todos los tipos de ecosistemas, ya que la mayor parte de su territorio se extiende sobre la provincia fisiográfica Llanura Costera del golfo de

Hernández-Baz, F. 2019. Las polillas avíspa Ctenuchina y Euchromiina (Lepidoptera). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 269-274.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

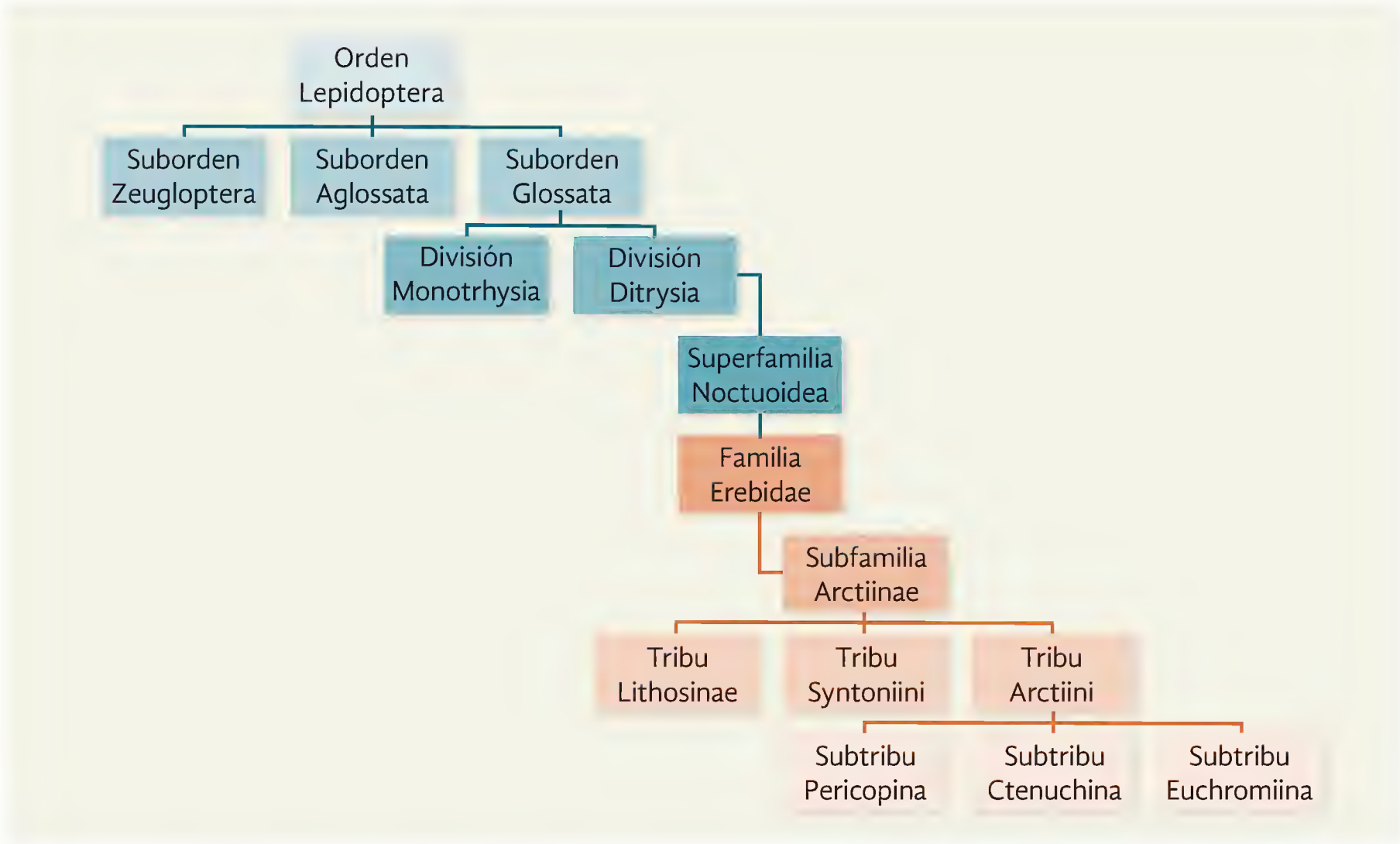


Figura 1. Clasificación de las polillas avispa. Fuente: Lafontaine y Fibinger 2006.

Figura 2. Polillas avispa Ctenuchina: a) *Aclytia ventralis*, b) *Cacostatia saphira*, c) *Correbidia germana*, y d) *Dinia eagrus*. Especímenes depositados en la colección clave SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05. Fotos: Fernando Hernández-Baz.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Polillas avispa Euchromiina: a) *Dycladia correbioides*, b) *Macrocneme chrysitis*, y c) *Nyridela xanthocera*. Especímenes depositados en la colección clave SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05. Fotos: Fernando Hernández-Baz.

México. Esto permite a Tabasco ser un corredor biológico de especies asociadas a las tierras bajas y de selva tropical lluviosa, debido a que aproximadamente 95% de su territorio no supera los 30 msnm (Hernández-Baz 2012). Sin embargo, a escala nacional, las polillas avispa se pueden distribuir desde los cero hasta los 2 500 msnm (Hernández-Baz 2012).

En la región sureste de Tabasco se ubican las montañas bajas que forman parte de la mesa central de Chiapas y las serranías guatemaltecas, con elevaciones cercanas a los 1 000 msnm, por lo que en esta región se pueden encontrar algunas especies de polillas de zonas más templadas. Sin embargo, dentro del territorio tabasqueño se han explorado 13 localidades sustentadas por 937 registros, lo que da una visión poco alentadora sobre la distribución de estas polillas.

Cuadro 1. Lista preliminar de las especies de polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina (familia Erebidae) registradas para el estado.

Subtribu	Nombre científico
Ctenuchina	*Aclytia punctata*
	A. ventralis
	Cacostatia saphira
	Correbidia germana
	C. terminalis
	Cyanopepla submacula borealis
	Delphyre atava
	Dinia eagrus
	Episcepsis rypoperas
	E. venata
	Eucereon aeolum
	E. latifascia
	E. maia
	E. obscurum
	E. pseudarchias
	Pseudosphex leovazquezae
	Uranophora leucotelus
Subtotal	**17**
Euchromiina	*Autochloris xenodorus*
	Cosmosoma auge
	C. festiva
	C. hercyna hercyna
	C. tabascensis
	Dycladia correbioides
	D. lydia
	Isanthrene azia
	Loxophlebia masa
	Macrocneme adonis
	M. chrysitis
	M. leucostigma
	Myrmecopsis strigosa
	Nyridela xanthocera
	Pheia utica
	Phoenicoprocta lydia
	Poliopastea nigritarsia
Subtotal	**17**
Total	**34**

Fuente: base de datos Polilla, anexa a la colección de lepidópteros clave SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.

Importancia ecológica y económica

Los lepidópteros constituyen una parte fundamental de los ecosistemas naturales, y tienen una función muy activa en estado adulto al polinizar las flores pero, a diferencia de sus otros estados biológicos en su metamorfosis completa (u holometábola), el segundo estado de larva es el más dañino para las plantaciones agrícolas y forestales. Las especies que las impactan generalmente son multivoltinas (dos o más generaciones anuales) y polifagas (se alimentan de varias especies de plantas); sin embargo, aún no existen registros precisos sobre los daños

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

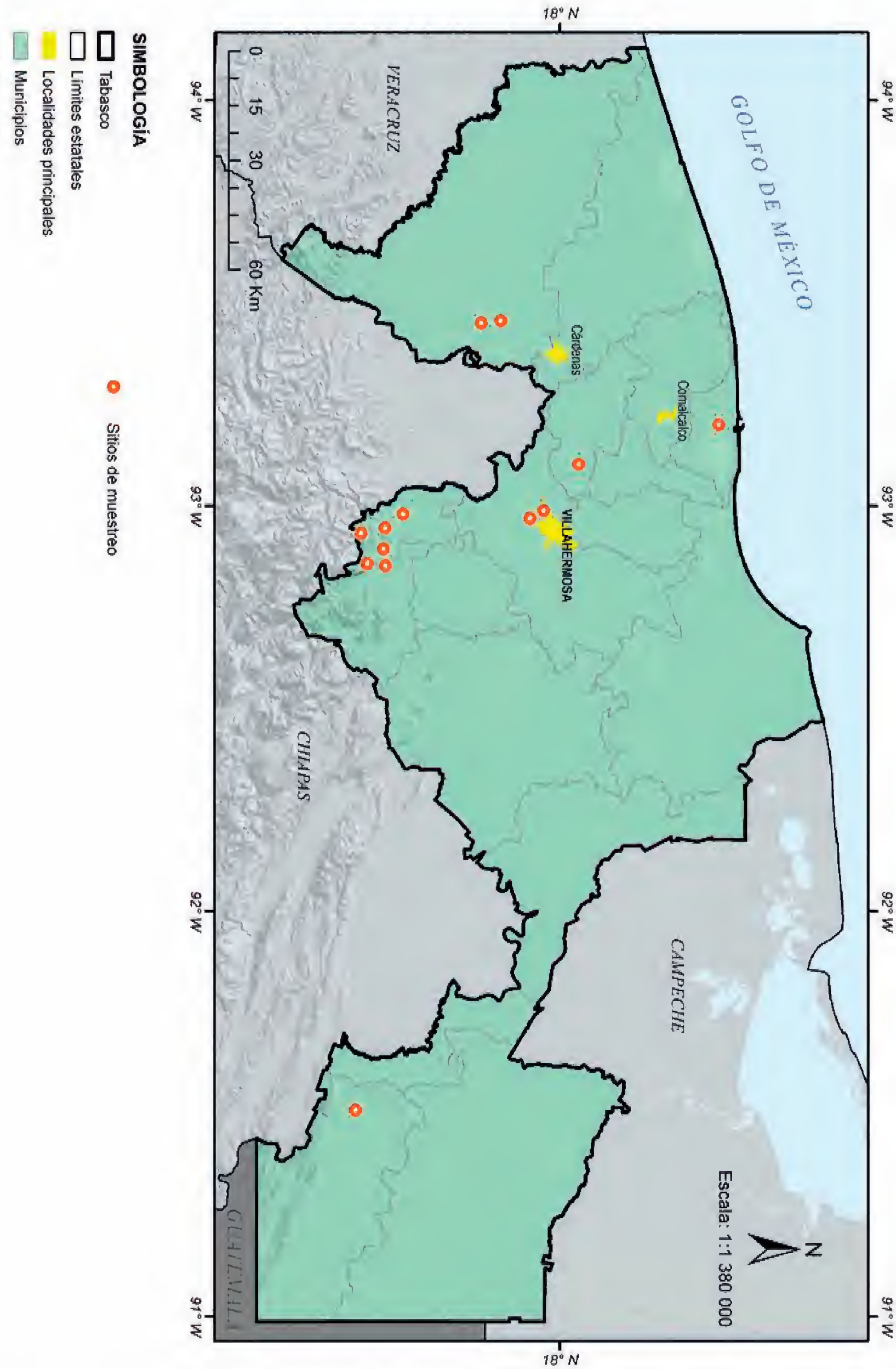


Figura 4. Localidades de colecta para Ctenuchina y Euchromiina en Tabasco. Periodo: 1950-2000. Fuente: base de datos Polilla, anexa a la colección de lepidópteros clave SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ocasionados a las áreas boscosas o agrícolas de la entidad por poblaciones de polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina.

Situación y estado de conservación

Los datos de las 34 especies de polillas avispa que se han inventariado para Tabasco son escasos si se considera la estratégica ubicación de esta entidad dentro de la planicie costera, que funciona como corredor biológico de las especies que transitan a través de las montañas ubicadas al sureste y que forman parte de las cadenas montañosas de Chiapas y Guatemala. Hasta el momento, ninguna de las especies de polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina se incluye en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y no es posible precisar qué especies son endémicas, raras o vinculadas a cierto tipo de ecosistema; no obstante, el inventario puede incrementarse sustancialmente si se efectúan las colectas de material en forma sistemática por al menos un año, ya que de esta manera se pueden inventariar los lepidópteros en los diversos ecosistemas tabasqueños y, con esto, tener elementos suficientes para crear una estrategia de conservación.

Amenazas

Con base en la experiencia del autor, la principal amenaza para este tipo de polillas y para todos los lepidópteros son las constantes presiones de la actividad humana en los ecosistemas que se traducen en contaminación, deforestación para ganadería y destrucción del hábitat para edificar sistemas urbanos. Desafortunadamente, las amenazas a la biodiversidad están fundamentadas principalmente en la ignorancia del ser humano, lo que se traduce en políticas inadecuadas y falta de visión respecto a los beneficios que se obtienen de los ecosistemas y sus procesos naturales, por lo que se debe recordar que cuidar la biodiversidad de Tabasco es proteger la vida del ser humano.

Conclusión y recomendaciones

Aún falta mucho por conocer acerca de este grupo y, en especial, determinar cabalmente la totalidad de las especies de polillas avispa para Tabasco, además de poner un mayor enfásis en las regiones de montaña donde los diferentes pisos altitudinales forman diversos microecosistemas que pueden ser habitados por especies potencialmente endémicas. Aunque ninguna de las especies de polillas avispa Ctenuchina y Euchromiina se incluye en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no significa que no se encuentren en riesgo, por lo que deben hacerse las investigaciones correspondientes para determinar el estado en el que se encuentran.

Hasta la fecha no hay estudios científicos en Tabasco que avalen el estado de conservación de las poblaciones de las polillas en general, por lo que existe una razón de peso (basada en la experiencia del autor) para sugerir, en primera instancia, que se generen los inventarios correspondientes por cada tipo de ecosistema y, ulteriormente, proponer acciones de conservación. Asociado a esto, se deben proteger los diferentes tipos de vegetación que existen en la entidad, sin perder de vista que se tienen que hacer cumplir los planes de manejo de las 13 áreas naturales protegidas decretadas para Tabasco. Para reforzar lo anterior, es necesario dar inicio, en forma paralela, a un programa de educación ambiental al público en general que destaque la importancia de cada uno de los componentes en los ecosistemas. En este sentido, es imperante desarrollar e implementar esquemas de conservación biológica basados en el manejo sostenido de los ecosistemas por parte de las comunidades usuarias.

Referencias

Beutelspacher, B.C. 1995a. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (I Parte) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 23(91):291-306.

——. 1995b. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (II Parte) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 23(92):379-409.

——. 1996. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (III Parte) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 24(93):55-80.

Heppner, J.B. 1991. *Faunal regions and the diversity of Lepidoptera*. Association for Tropical Lepidoptera, Gainsville.

Hernández-Baz, F. 1992. Catálogo de los Ctenuchiidae (Insecta: Lepidoptera: Heterocera) de México. *Boletín Sociedad Mexicana de Lepidopterología A.C.* 2:19-47.

——. 2008. Mariposas de la familia Arctiidae de Aguascalientes, México. En: *La biodiversidad de Aguascalientes. Estudio de Estado*. CONABIO/Gobierno del estado de Aguascalientes/ Universidad Autónoma de Aguascalientes, México pp. 130-131.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 2009. Mariposas Arctiidae. En: *La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado*. G. Ceballos, R. List, G. Garduño *et al.* (comp.). CONABIO/Gobierno del Estado de México, México, pp. 109-112, 409-410.

——. 2010. Arctiidae: palomillas nocturnas. En: *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. R. Durán y M. Méndez (eds.). CICY/RPD/FMAM/CONABIO/SEDUMA, México, pp. 245-246.

——. 2011a. Palomillas nocturnas Arctiidae. En: *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*. Tomo 2. C. Pozo (ed.). CONABIO/ECOSUR/Gobierno del Estado de Quintana Roo, México, pp. 197-201.

——. 2011b. Palomillas tigre (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae). En: *La biodiversidad de Veracruz*. Volumen II. A. Cruz-Angón (coord.). CONABIO/Gobierno del Estado de Veracruz, México, pp. 677-682.

——. 2012. *Biogeografía y conservación de las polillas avispa de México (Lepidoptera: Erebidae: Arctniidae Ctenuchina y Euchromiina)*. Editorial Académica Española, Alemania.

Lafontaine, J.D. y M. Fibinger. 2006. Revised higher classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). *Canadian Entomologist* 138:610-635.

Romeu, E. 2000. Mariposas mexicanas, los insectos más hermosos. *Biodiversitas* 5(28):6-10.

Scoble, M.J. 1992. *The lepidoptera form, function and diversity*. The Natural History Museum/Oxford University Press.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Watson A. y D.T. Goodger. 1986. Catalogue of the Neotropical Tigermonths. *Occasional Papers Systematics Entomology* 1:1-71.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Peces

Salomón Páramo Delgadillo y María Leandra Salvadores Baledón

Descripción

Los peces son animales acuáticos, vertebrados que se caracterizan por poseer branquias para extraer el oxígeno del agua que les rodea y así poder respirar; sólo existen unos pocos con la vejiga natatoria modificada en un saco esponjoso que es un verdadero pulmón, y presentan aletas para su propulsión y control de movimientos. Como regla, casi general, presentan: 1) escamas o escudos dérmicos para proteger su cuerpo (aunque existen algunos con la piel desnuda), 2) una línea lateral que funciona como órgano sensorial para captar movimientos del agua, y 3) una vejiga natatoria que les facilita su flotabilidad en el agua (excepto tiburones, rayas y quimeras). Existen dos grupos de peces fundamentales: los cartilaginosos o Chondrichtyes (tiburones y rayas) y los óseos u Osteichtyes; entre estos últimos destacan los que tienen radios en sus aletas y se les llama Actinopterygii (la mayoría de los peces conocidos; figura 1), y los que tienen aletas lobuladas denominados Sarcopterygii, como los peces pulmonados y el celacanto considerado un fósil viviente, (porque sólo se conocían registros fósiles que corresponden al periodo cretácico), cuyas dos especies vivas son ubicadas en el género *Latimeria*.

Diversidad

Eschmeyer y Fong (2017) reportaron 71 órdenes, 565 familias y 34 608 especies de peces a escala mundial. Para México se han registrado 54 órdenes, 239 familias, 942 géneros y 2 612 especies de peces (Froese y Pauly 2017) que incluyen a los de aguas dulces y marinas; es decir, México posee 76% de órdenes, 42.3% de familias y 7.55% de especies del mundo. En la literatura hay poca información que concierne a los peces de Tabasco y la mayoría de los trabajos publicados no atienden solo a la entidad. Hasta 1974 y después de una minuciosa revisión sobre vertebrados, Álvarez y Lachica no encontraron algún estudio referido a los peces de la entidad, sólo se conocían casos aislados de descripción de nuevas especies (cuadro 1).

La recopilación de información de los documentos revisados y su ordenamiento sistemático permitió realizar el cuadro 2, en el que se muestra, por categoría taxonómica, el número de peces registrados para el estado; de igual modo se indica la condición de nativas, endémicas e introducidas. Como puede observarse, y teniendo en cuenta tanto especies de agua dulce como marina presentes en el país, hay representantes de 25 órdenes (46.3% del total nacional), 65 familias (27.2%), 143 géneros (15.2%) y 220 especies (8.4%) registradas en el estado (apéndice 24).

Entre los teleósteos, el orden Perciformes es el más diverso, ya que alberga a 24 familias con 74 géneros y 113 especies. Las familias con mayor representación son Cichlidae (mojarras de agua dulce) con 27 especies (figuras 2 a 4), Scianidae (curbinas, berrugatas y roncos) con 12, Carangidae (pámpanos y esmedregales) con 12, Lutjanidae (huachinango y pargos) con nueve, Gobiidae (gobios) y Gerreidae (mojarras marinas) con siete cada una. Respecto al número de peces cartilaginosos que se encuentran en aguas de Tabasco, se puede comentar que existen 22 especies: 14 de tiburones, seis de rayas (figura 5) y dos torpedos, algunos de ellos son eurihalinos, es decir, que toleran vivir tanto en agua dulce como salada.

Páramo-Delgadillo, S. y M.L. Salvadores. 2019. Peces. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 275-282.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Estudios en los que se considera a la ictiofauna del estado.

Autor(es)	Año(s)	Investigación
Jordan y Evermann	1896-1900	Registro de diversas especies incluyendo claves para la identificación
Evermann y Goldsborough	1902	Descripción del pejesapo (*Batrachoides goldmani*) a partir de peces del río Usumacinta y del cabeza de hueso (*Conorhynchus nelsoni*)
Regan	1906-1908	Registro de varias especies incluyendo claves para la identificación, particularmente descripciones de cíclidos
Álvarez	1948	Descripción del molly de Teapa o topota del azufre
Álvarez	1950	Claves de identificación que incluyen a elementos de la ictiofauna local
Hubbs y Miller	1960	Descripción de un nuevo género de bagre que sustituye a *Conoryinchus* por *Potamarius* (figura 1)
Álvarez	1970	Claves de identificación que incluyen a elementos de la ictiofauna local
Díaz-Pardo	1972	Descripción del atherinido o charal de Villahermosa
Collete	1974	Descripción del agujón del río Usumacinta
Miller	1975	Descripción de topota o guayacón bocón de la Hacienda el Azufre, en Teapa
Castro-Aguirre	1978	Catálogo de especies marinas que penetran en aguas continentales
Reséndez-Medina	1980	Listados de especies en las costas del estado
Páramo	1982	Estudio sobre el conocimiento de los peces del río González
Díaz-Pardo y Páramo-Delgadillo	1984	Registro de la presencia de un poecilido y la mojarra pinta
Miller y Taylor	1984	Descripción de una nueva especie de mojarra
SEPESCA	1987	Catálogo de las especies de interés comercial en las aguas de Tabasco
Chávez *et al.*	1989	Estudio sobre el conocimiento de los peces del río San Pedro, en Balancán
Allgayer	1991	Descripción de la mojarra blanca
Reséndez-Medina y Kobelkowsky-Díaz	1991	Listados de especies en las costas del estado
Weber y Wilkens	1998	Descubrimiento del bagre fill (*Rhamdia macuspanensis*) en una gruta en las cascadas de Agua Blanca
Castro-Aguirre *et al.*	1999	Actualización del catálogo de especies marinas que penetran en aguas continentales con lo que se registran 77 especies
Espinoza-Pérez y Daza-Zepeda	2005	Documento de los peces de agua dulce de Tabasco
Betancur y Willink	2007	Descubrimiento del cabeza de hueso en el río Usumacinta
Macossay-Cortés *et al.*	2011	Estudio sobre la ictiofauna del humedal Pantanos de Centla

Figura 1. Bagre (*Potamarius nelsoni*). Foto: Salomón Páramo.

Figura 2. *Mayaheros urophthalmus*. Foto: Salomón Páramo.

Cuadro 2. Número de *taxa* representados por los peces del estado.

Categorías taxonómicas	Total	Nativas	Endémicas	Introducidas
Órdenes	25	24	3	4
Familias	65	62	4	4
Géneros	143	135	9	7
Especies	220	194	14	12

Fuente: SEPESCA 1987, Castro-Aguirre *et al.* 1999, Espinosa-Pérez y Daza-Zepeda 2005, Páramo-Delgadillo y Arias-Rodriguez (Peces exóticos, en esta obra).

Figura 3. *Petenia splendida*. Foto: Salomón Páramo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. *Vieja fenestrata*. Foto: Salomón Páramo.

Figura 5. *Hypanus sabinus*. Foto: Salomón Páramo.

Distribución

La amplia diversidad de ambientes acuáticos en el estado ha permitido que algunos peces se adapten a condiciones ambientales muy particulares, como el caso de *Gambusia eurystoma* y *Poecilia sulphuraria* que viven en aguas sulfurosas en la localidad llamada Hacienda los Azufres dentro del municipio Teapa, cerca de los límites con Chiapas.

En el caso del bagre, conocido como fill y que pertenece a la especie *Rhamdia macuspanensis*, sólo se le conoce en una gruta de las cascadas de Agua Blanca. Esta especie manifiesta una adaptación de mucho interés asociada a la condición troglobia; es decir, presenta una modificación (barbillas maxilares muy largas para ampliar su capacidad sensorial) para vivir en cavernas con escasa o nula luz. En Tabasco existen peces que llevan a cabo migraciones entre la zona costera y las zonas interiores, ya sean lagunas o ríos presentes sobre la planicie, como los centropómidos (mejor conocidos como robalos) que deben llegar al mar para reproducirse y luego retornar para crecer en las lagunas; esto mismo ocurre con el topén (*Dormitator maculatus*) y la guavina (*Eleotris pisonis* y *Gobiomorus dormitor*).

Importancia ecológica y económica

En algunos casos, los peces constituyen el inicio de la cadena de consumidores en una trama trófica. Este punto está formado por peces comedores de fitoplancton; sin embargo, pocas especies con esta característica habitan las aguas de la entidad. En aguas dulces pueden señalarse como las más importantes a las denominadas arengas (*Dorosoma petenense* y *D. anale*; figura 6).

La mayoría de los peces de agua dulce son fundamentalmente carnívoros, aunque muchos se alimentan de microcrustáceos, como cladóceros y copépodos, así como de otros invertebrados y crías de peces. Entre los aspectos que pueden considerarse de capital importancia está la función que desempeñan algunas especies de poecilidos como depredadores de larvas de insectos, entre ellos las topotas (*Gambusia* sp.) que ayudan a controlar las poblaciones de moscos potencialmente transmisores de enfermedades como dengue y paludismo. *Gambusia affinis* es un ejemplo de haber sido ampliamente usada para este fin en otras latitudes, por lo que se estableció su importancia como larvífago (Krumholz 1948) y ha sido introducida en diversos países. Dos especies emparentadas con ella (*G. yucatana* y *G. sexradiata*) se distribuyen en las aguas de Tabasco y actualmente no existen reportes concretos acerca de su utilidad para este fin, lo que enfatiza la necesidad de realizar estudios con esta orientación.

La información recabada permite establecer que las especies registradas hasta antes de la introducción de algunas exóticas, cubrían una amplia variedad de nichos sin un dominio específico (Chávez *et al.* 1989). No

Figura 6. Arenga (*Dorosoma petenense*). Foto: Salomón Páramo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

obstante, la presencia de algunas especies herbívoras modificó ese escenario de aparente equilibrio, debido al voraz consumo de plantas acuáticas y terrestres que quedaban sumergidas durante las inundaciones anuales presentes en gran parte de la llanura aluvial del estado. Este es el caso de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* (también llamada caballo de agua) en la zona de los ríos. Desafortunadamente no existe un estudio preciso de este fenómeno en Tabasco, pero sí ha sido ampliamente documentado en otros países. Entre dicha información, se conoce que la especie se alimenta de macrófitas, pero consume insectos y peces ante la falta de vegetales. Cuando está en etapa larvaria consume rotíferos, lo que ocurre entre los dos y cuatro días después del nacimiento. Por otro lado, los adultos consumen algas, detritus y plantas vasculares acuáticas y terrestres que quedan en las áreas de inundación en la temporada de lluvias (Elder y Murphy 1997), lo que explica su presencia preferente en los potreros inundados. Su inclusión actual dentro de los registros de captura de las especies comerciales (CONAPESCA 2008) constituye una evidencia indirecta de su expansión territorial.

Los peces constituyen un elemento vital en el renglón económico, sobre todo para un estado como Tabasco donde abunda el agua en buena parte del año. Además, se considera que el litoral de la entidad se extiende por aproximadamente 192 km que empiezan desde la desembocadura del río Tonalá (límite con Veracruz), hasta el río San Pedro y San Pablo (colindancia con Campeche). Si a lo anterior se suma que Tabasco cuenta con tres complejos de lagunas costeras (Mecoacán, Tupilco-Redonda y Machona-Carmen-Pajonal) que alcanzan más de 23 000 ha de extensión (SEPESCA 1987), y se considera que estos ambientes son importantes por constituir áreas de refugio, alimentación y reproducción de muchas especies eurihalinas tanto marinas como de aguas continentales, se podrá comprender la razón de una vasta ictiofauna. Entre las especies que conforman esta vastedad se encuentran lisas, macabil, pargos, palometas, mojarras blancas y rayadas, robalos (figura 7), roncos y tiburones.

Desafortunadamente el esfuerzo hecho por la SEPESCA (1987) para ofrecer un documento que permitiera registrar a la mayoría de las especies acuáticas de valor comercial en el estado, y con ello atender a un nombre común definido basado en la

Figura 7. *Centropomus undecimalis*. Foto: Salomón Páramo.

nomenclatura empleada por los pescadores, no llegó a establecerse. Por lo tanto los registros oficiales aún atienden a nombres en los que se ubican a más de una especie. La producción pesquera documentada atiende a 23 especies de escama (peces), como puede constatarse en los registros oficiales (CONAPESCA 2008), a pesar de que la obra referida documenta 87 especies tanto de agua dulce como de sistemas estuarinos y marinos.

Al analizar los registros de 1982 a la fecha (obtenidos de la Dirección General de Informática y Estadística de la entonces Secretaría de Pesca y la SAGARPA), el volumen de captura varió de 28 114 t (1988) a 64 384 t (2000) en Tabasco, y en la última década las capturas han sido superiores a 45 000 t anuales. Los peces capturados, y cuyos registros están definidos, constituyeron 54% del volumen total de la pesca en el estado, aunque la escama registrada sólo atiende a 10 especies definidas. La mojarra constituye el 25.7%; desafortunadamente con ese nombre podrían considerarse tanto gerreidos (mojarras de mar) como cíclidos (mojarras de agua dulce) y, en consecuencia, no se puede tener claridad acerca de la contribución de las diversas especies.

El bagre bandera (*Bagre marinus*) constituye 10.6%, y el robalo 8.8% compuesto principalmente por la especie *Centropomus undecimalis*, aunque también contribuyen *C. parallelus* y otras dos especies más. El cuarto lugar de importancia lo ocupa la sierra con sólo 7.8% y el tiburón el sexto con 4.1% (cuadro 3); en estos dos casos son varias las especies incluidas bajo esta nomenclatura. En el país el recurso tiburón y cazón involucra a 48 especies, en tanto que para Tabasco se pueden considerar hasta 13 especies.

Esto evidencia la urgente necesidad de buscar una estrategia que permita el adecuado registro del recurso, así como de un programa de investigación que evalúe el estado de las poblaciones de peces que constituyen la pesquería, toda vez que los datos disponibles sugieren la existencia de problemas, pues en la última década la captura manifestó una tendencia

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Porcentaje promedio de contribución de diversos recursos a la pesquería de escama de Tabasco en el periodo 1999-2008.

Recurso pesquero	(%)
Mojarra	25.7
Bandera	10.6
Robalo	8.8
Sierra	7.8
Peto	5.0
Tiburón y cazón	4.1
Jurel	3.5
Huachinango	2.8
Túnidos	2.1

Fuente: CONAPESCA 2010.

a la disminución (CONAPESCA 2010). Aunque durante mucho tiempo la carpa herbívora y la tilapia no fueron registrados como recursos específicos, desde 2011 se ha hecho, lo que ha permitido observar su aceptación por parte de la población a pesar de ser especies introducidas.

Situación y estado de conservación

De las 220 especies registradas para Tabasco, se sabe que 194 son nativas de la región, y 14 son endémicas (Froese y Pauly 2017; cuadros 2 y 4).

Cuadro 4. Distribución y estado de riesgo de la ictiofauna.

Nombre común	Nombre científico	Distribución	Situación
Bagre cabeza de hueso			
	Potamarius nelsoni	Endémica	Sujeta a protección especial
	P. usumacintae	Endémica	
Bagre *Fill*			
	Rhamdia macuspanensis	Endémica	Amenazada
Mojarra			
	Maskaheros argenteus	Endémica	
	Thorichthys callolepis	Endémica	
	T. helleri	Endémica	
	T. socolofi	Endémica	Amenazada
	Vieja fenestrata	Endémica	
Topota			
	Gambusia echeagaray	Endémica	
	G. eurystoma	Endémica	Sujeta a protección especial
	Poecilia sulphuraria	Endémica	En peligro de extinción
	Priapella bonita	Endémica	En peligro de extinción
	P. compressa	Endémica	Amenazada
	P. intermedia	Endémica	Sujeta a protección especial
Otras			
	Coptodon rendalli	Introducida	
	Ctenopharyngodon idella	Introducida	
	Cyprinus carpio	Introducida	
	Oreochromis aureus	Introducida	
	O. mossambicus	Introducida	
	O. niloticus	Introducida	
	O. urolepis hornorum	Introducida	
	Parachromis managuensis	Introducida	
	P. motaguensis	Introducida	
	Pterois volitans	Introducida	
	Pterygoplichthys disjuntivus	Introducida	
	P. pardalis	Introducida	
	194* especies	**Nativas**	

* Los nombres de todas las especies nativas son indicados en el apéndice 24 del registro de peces de Tabasco. Fuente: SEMARNAT 2010, Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki 2014, Froese y Pauly 2017, Páramo-Delgadillo y Arias-Rodriguez (Peces exóticos, en esta obra).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Principales amenazas

El enfoque ecológico ha sido poco abordado para Tabasco y sería conveniente llevarlo a cabo a la brevedad, toda vez que se ha presentado una fuerte actividad antropocéntrica que no ha sido evaluada y que está modificando gravemente el hábitat, lo que constituye la primera causa de pérdida de biodiversidad a escala global. La principal modificación que se ha hecho al medio acuático es la fragmentación por el desarrollo de la infraestructura de caminos, pues ha generado la presencia de bordos que limitan el flujo natural de las aguas.

Otra de las causa de pérdida de biodiversidad es la sobreexplotación. Los registros oficiales de pesca no son específicos y dentro de un único concepto se incluyen varias especies, como el caso de *mojarra*, que abarcan diversas especies de cíclidos nativos (*Mayaheros urophthalmus, Vieja melanura, Vieja bifasciata, Maskaheros argenteus, Petenia splendida, Parachromis managuensis, P. motaguensis* y *Cincelichthys pearsei*) y aún a las tilapias exóticas (*Oreochromis niloticus, O. mossambicus, O. aureus, Coptodon rendalli),* por lo que no es posible discriminar qué especies están siendo afectadas con la pesca. Lo que es un hecho, es la queja común del pescador en el sentido de que las mojarras nativas ahora son menos capturadas.

Las especies exóticas constituyen un elemento más para la pérdida de biodiversidad, en ocasiones al provocar el desplazamiento de especies, como fue comprobado por Leal-Flórez *et al*. (2008) en un estuario tropical en el que la presencia de la tilapia modificó la composición de especies de la comunidad íctica, y en otras como consecuencia de su actividad en el ecosistema al afectar la cadena trófica y consumir eslabones intermedios. Esto ha ocurrido con la introducción de *Gambusia affinis*, la cual depreda comunidades de plancton herbívoro y ocasiona que disminuya el alimento para las especies nativas, a la vez que se disparan las poblaciones de microalgas y se incrementa la turbidez del ambiente, lo que provoca muchos desajustes (Hurlbert y Mulla 1981).

Finalmente, la contaminación por el uso de pesticidas en los campos de cultivo o por derrames de la industria petrolera, así como las actividades antropogénicas en las áreas urbanas y cuyos desechos generalmente son enviados hacia ríos o lagunas, son otras razones importantes por las que se afecta la biodiversidad de un sitio. Un estudio hecho por Wakida-Kusunoki y Caballero-Chávez (2009) acerca de los efectos del derrame de hidrocarburos sobre la pesca ribereña de Tabasco y Campeche, constituye el único reporte de esta naturaleza para la zona y no se logró establecer algún efecto negativo; sin embargo, también se encontró que no existen investigaciones relativas a la determinación toxicológica de los pesticidas, hidrocarburos y metales pesados sobre las especies de peces del estado, como existen para otras latitudes.

Conclusión y recomendaciones

Muchos cuerpos de agua de Tabasco no han sido investigados, por lo que no se conocen los peces que en ellos habitan y, sin duda, el número de especies aumentará cuando esto se lleve a cabo. La biología de las especies es incipientemente conocida y quizá los datos ambientales asociados a estas sea lo único que se conoce para algunas; por ejemplo, *Potamarius usumacintae*, que sólo se sabe su existencia pero se desconoce su biología o distribución; se conoce poco sobre su tolerancia a condiciones ambientales, sus requerimientos nutricionales y sus hábitos reproductivos. Algunas especies de interés económico han sido estudiadas y se entiende su biología reproductiva (tenguayaca, pejelagarto, mojarra castarrica y robalo blanco) y se ha logrado el establecimiento de biotecnias para su cultivo (Martínez-Palacios y Ross 1994, Álvarez-González *et al*. 2012, Contreras-Sánchez *et al*. 2012, Márquez *et al*. 2013). Es imprescindible que se investigue la biología de muchas otras especies para incidir en la recuperación de sus poblaciones, como las adaptaciones asociadas a hábitos alimentarios particulares y de reproducción de *Gambusia eurystoma* y *Poecilia sulphuraria*, para comprender la presencia de estas especies en las aguas sulfurosas.

De manera paralela, es necesario ubicar áreas prístinas o poco impactadas que permitan que especies nativas se establezcan en santuarios y se manejen adecuadamente para desarrollar las poblaciones de interés. De igual modo deben establecerse acciones que conduzcan a un estricto control sobre el manejo de las especies introducidas con fines acuícolas y el uso de aquellas invasoras que se han establecido, para mitigar su crecimiento natural.

También es importante diversificar las especies objetivo para el cultivo y considerar que, al menos,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para el bobo liso (*Ictalurus furcatus*) y el bagre fill (*Rhamdia quelen*) ya existen biotecnias de cultivo que pueden adecuarse a las condiciones del estado. De igual manera deben orientarse esfuerzos a investigar y establecer biotecnias para especies marinas que potencialmente son susceptibles de cultivo.

Referencias

Allgayer, R. 1991. *Vieja argentea* (Pisces, Teleostei, Cichlidae) une espèce nouvelle d´Amérique centrale. *Revue francaise des Cichlidophiles* 1991:2-15.

Álvarez, J. 1948. Descripción de una nueva especie de *Mollienisia* capturada en Baños del Azufre, Tabasco (Pisces, Poeciliidae). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Mexicana* 5(3-4):275-281.

——. 1950. *Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas*. Secretaría de Marina/ Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, México.

——. 1970. *Peces mexicanos (claves)*. Secretaría de Industria y Comercio/Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras/ Comisión Nacional Consultiva de Pesca, México.

Álvarez, T. y F. de Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. En: *El escenario geográfico. Recursos naturales. México: panorama histórico y cultural*. INAH/SEP, México, pp. 221-335.

Álvarez-González, C.A., G. Marquez-Couturier, C. Ramírez-Martínez y F. Jesús-Ramírez. 2012. *Manual para el cultivo de especies nativas: Tenhuayaca (Petenia splendida) y castarrica (Cichlasoma urophthalmus)*. UJAT/FOMIX CONACYT/Gobierno del Estado de Tabasco/Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C./Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Amador-del Ángel, L.E. y A.T. Wakida-Kusunoki. 2014. Peces invasores en el sureste de México. En: *Especies acuáticas invasoras en México*. R. Mendoza y P. Koleff (coords.). CONABIO, México, pp. 425-433.

Betancur, R. y P.W. Willink. 2007. A New freshwater ariid (Otophysi: Siluriformes) from the Rio Usumacinta Basin. *Copeia* 4:818-828.

Castro-Aguirre, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. *Instituto Nacional de Pesca, México. Serie Científica*19:1-298.

Castro-Aguirre, J.L., H. Espinosa-Pérez y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino lagunar y vicaria de México*. Limusa, México.

Chávez, M.O., A. Mattheews y M.H. Pérez. 1989. *Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencialidad para la piscicultura*. INIREB/FUCID, Xalapa.

Collete, B.B. 1974. *Strongylura hubbsi*, a new species of freshwater needlefish from the Usumacinta province of Guatemala and Mexico. *Copeia* 1974(3):611-619.

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2008. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2008. SAGARPA, Mazatlán.

Contreras-Sánchez, W.M., M.J. Contreras-García, A. Macdonal-Vera *et al*. 2012. *Manual para la reproducción de robalo blanco (Centropomus undecimalis) en cautiverio*. UJAT, Villahermosa.

Díaz-Pardo, E. 1972. Descripción de un nuevo Atherinido de Villahermosa, Tabasco, México. (Pisces, Atherinidae). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Mexicana* 19:145-153.

Díaz-Pardo, E. y S. Páramo-Delgadillo. 1984. Dos nuevos registros para la ictiofauna dulceacuícola mexicana. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Mexicana* 28:19-28.

Elder, H.S. y B.R. Murphy. 1997. Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in the Trinity River, Texas. *Journal of Freshwater Ecology* 12:281-291.

Eschmeyer, W.N. y J.D. Fong. Species by Family/Subfamily. 2017. En: *‹http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp*, última consulta: 24 de diciembre de 2017.

Espinosa-Pérez, H. y A. Daza-Zepeda. 2005. Peces. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 225-240.

Evermann, B.W. y E.L. Goldsborough. 1902. A report on fishes collected in Mexico and Central America, with notes and descriptions of five species. *Bulletin of the U.S. Fish Commission* 21(1901):137-159.

Froese, R. y D. Pauly (eds.). 2017. FishBase. World Wide Web electronic publication. En: *‹www.fishbase.org›*, última consulta: 24 de diciembre de 2017.

Hubbs, C.L. y R.R. Miller. 1960. *Potamarius*, a new genus of ariid catfish from the freshwaters of middle America. *Copeia* 1960:101-112.

Hurlbert, S.H. y M.S. Mulla. 1981. Impact of mosquito fis (*Gambusia affinis*) predation on plankton *communities*. *Hidrobiologia* 83:125-151.

Jordan, D.S. y B.W. Evermann. 1896-1900. The fishes of north and middle America. *Bulletin of the United States National Museum* 47(1-4):1-3313.

Krumholtz, L.A. 1948. Reproduction of the western mosquitofish *Gambusia affinis affinis* (Baird & Girard) and its use in mosquito control. *Ecological Monographs* 18(1):1-43.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Leal-Flórez, J., M. Rueda y M. Wolff. 2008. Role of the non-native fish *Oreochromis niloticus* in the long-term variations of abundance and species com position of the native ichthyofauna in a Caribbean estuary. *Bulletin of Marine Science* 82(3):365-380.

Macossay-Cortés, A., A.J. Sánchez, R. Florido *et al*. 2011. Historical and environmental distribution of ichthyofauna in the tropical wetland of Pantanos de Centla, southern Gulf of Mexico. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria* 41(3):229- 245.

Márquez, G., C.J. Vázquez-Navarrete, W.M. Contreras-Sánchez y C.A. Álvarez González. 2013. *Acuicultura tropical sustentable. Una estrategia para la producción y conservación del pejelagarto (Atractosteus tropicus) en Tabasco, México.* UJAT, Villahermosa.

Martínez-Palacios, C.A. y L.G. Ross. 1994. *Biología y cultivo de la mojarra latinoamericana Cichlasoma urophthalmus.* CONACYT, México.

Miller, R.R. 1975. Five new species of mexican poeciliid fishes of the genera *Poecilia*, *Gambusia*, and *Poeciliopsis*. *Occasional papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 672:1-43.

Miller, R.R. y J.N. Taylor. 1984. *Cichlasoma socolofi*, a new species of cichlid fish of the Thorichthys group from northern Chiapas, Mexico. *Copeia* 1984(4):933-940.

Páramo, S. 1982. Ictiofauna del río González y lagunas adyacentes, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 1(2):5-19.

Regan, C.T. 1906-1908. Pisces. En: *Biologia Centrali-Americana.* F. Godman y T.C. Regan (eds.). Londres, pp. 1-203.

Reséndez-Medina A. 1980. Peces colectados en el sistema lagunar El Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 51(1):477-504.

Reséndez-Medina, A. y A. Kobelkowsky-Díaz. 1991. Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del golfo de México. *Universidad y Ciencia* 8(15):91-108.

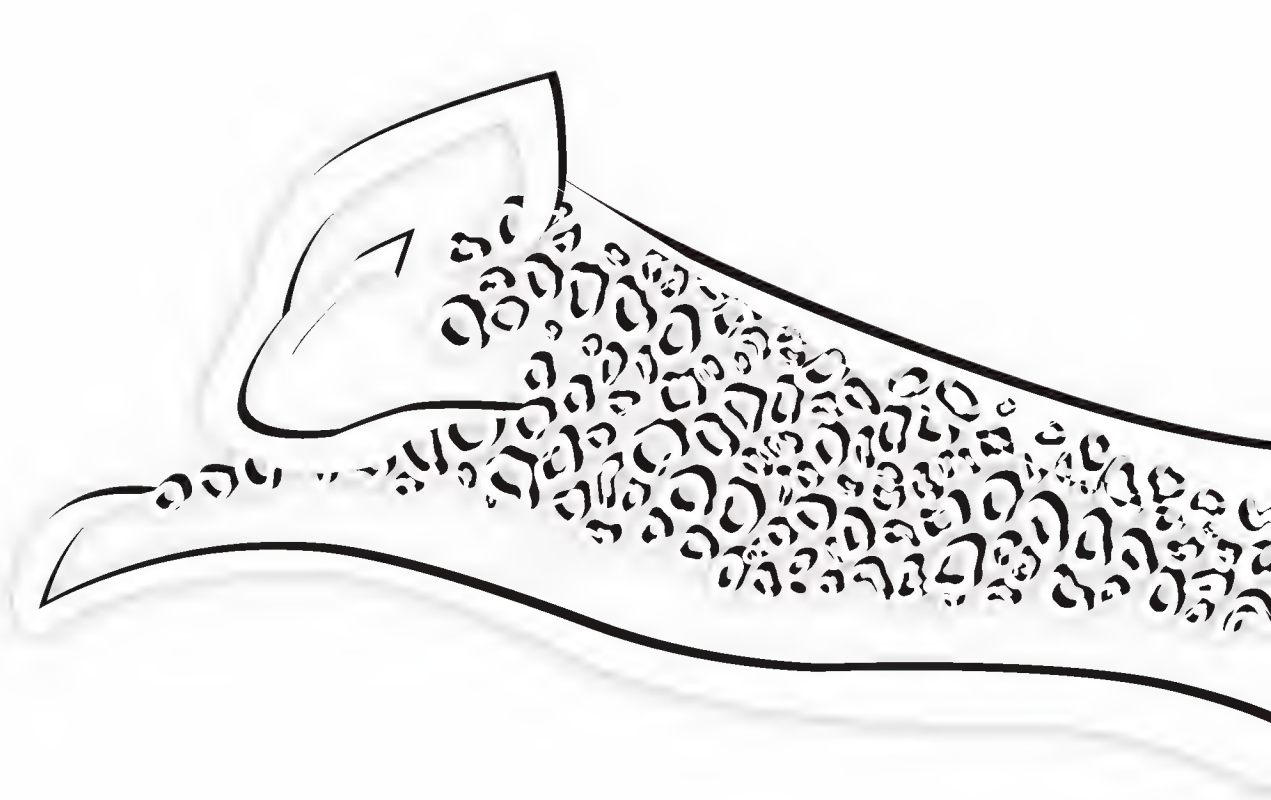
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SEPESCA. Secretaría de Pesca. 1987. *Catálogo de especies acuáticas de importancia comercial en el estado de Tabasco: artes y métodos de captura.* Delegación Federal de Pesca, Dirección de Fomento Económico del Gobierno del Estado de Tabasco.

Wakida-Kusunoki, A. y V. Caballero-Chávez. 2009. Efectos del derrame de hidrocarburos del pozo Kab 121 sobre la pesca ribereña en el litoral de Campeche y Tabasco, México. *Ciencia Pesquera* 17(1):65-73.

Weber, A. y H. Wilkens. 1998. *Rhamdia macuspanensis*: A new species of troglobitic pimelodid catfish (Siluriformes; Pimelodidae) from a cave in Tabasco, México. *Copeia* 1998(4):998-1004.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Ictiofauna de la laguna Mecoacán, Paraíso

Candelario Jiménez Pérez

Introducción

La palabra ictiofauna se ha referido al conjunto de especies de peces que habitan en una determinada localidad, región o país. Su presencia en los cuerpos de agua de todo el mundo, como lagunas, ríos, presas, pantanos, estuarios y arrecifes de coral depende de las condiciones ecológicas (p.e. alimento y refugio) y ambientales (p.e. temperatura y salinidad) que les brinde, así como del tiempo de adaptación y la migración que lleven a cabo.

La ictiofauna ha sido aceptada como un recurso natural con importancia ecológica, social y de alto valor ambiental. Desde el punto de vista de los ecosistemas, los peces han representado el eslabón trófico superior de las cadenas alimenticias, lo que representa el puente entre los sistemas acuáticos y terrestres, debido a que muchos vertebrados se alimentan de ellos, como aves y mamíferos. Desde el punto de vista social, los peces representan un importante recurso alimenticio a escala mundial, pues contribuyen significativamente en la dieta humana como una fuente de proteína animal de bajo costo (Habit-Conejeros *et al*. 2002); además, actualmente los peces son un grupo de gran interés en temas ambientales, pues son considerados indicadores biológicos para evaluar la calidad del agua.

Tabasco presenta gran riqueza de ecosistemas acuáticos; la laguna Mecoacán representa un sitio de valor especial por su importancia pesquera y ecológica, debido a su zona de manglar y vegetación acuática de valor para peces, crustáceos y moluscos (López-Portillo y Ezcurra 1989, Tepetlan y Aldana 2008).

Esta laguna tiene una superficie aproximada de 5 168 ha, se localiza en las coordenadas 18° 26' y 18° 21' N, y 93° 12' y 93° 04' O, en el municipio Paraíso. A pesar de ser una de las lagunas costeras de gran importancia en el país (por su extensión geográfica), se cuenta con poca información acerca de su ictiofauna, por lo que el objetivo de este estudio fue actualizar la lista de especies que se conoce para la zona.

Estudios sobre ictiofauna

Entre los estudios que han contribuido al conocimiento de la fauna de peces que habitan esta laguna, resaltan los trabajos de Contreras (1992) quien registró 45 especies durante 1989, y de Reyes (2011) quien documentó 38 especies durante el 2000. Estos datos representan cerca de 20% del total de las especies mencionadas para el estado (véase Peces, en esta obra), dentro de las que destacan los bagres y las mojarras por su amplia abundancia y distribución.

El presente estudio fue hecho en seis puntos de la laguna (figura 1), en dos periodos de lluvias (2008-2009) y en dos periodos de secas (2009-2010). Los peces fueron capturados con red agallera de 50 m de largo por 2 m de ancho con 76 mm de luz de malla, y una red chinchorro de 50 m de largo por 2 m de ancho con 19 mm de luz de malla.

Se registraron 6 210 peces clasificados en 11 órdenes, 26 familias, 41 géneros y 53 especies (apéndice 25). El orden Perciformes presentó el mayor número de familias, géneros y especies, así como la mayor abundancia (59.5% del total de captura de individuos), donde predomina la familia Gerreidae. Le sigue en abundancia el orden Siluriformes, representado por la familia Ariidae (34.7% del total de captura de individuos); además, se encontraron 15 especies que no habían sido registradas en el sitio.

Jiménez Pérez, C. 2019. Ictiofauna de la laguna Mecoacán, Paraíso. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 284-287.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las mojarras rayadas (*Diapterus rhombeus* y *D. auratus*) que pertenecen a la familia Gerreidae, fueron las mejor distribuidas y las más abundantes dentro de la laguna, seguido de los bagres (*Cathorops aguadulce* y *Bagre marinus*) de la familia Ariidae. Asimismo, estas cuatro especies representaron 74.8% de las capturas durante lluvias-secas; cerca de 64% de las especies fueron registradas en al menos uno de los cuatro periodos de muestreo y capturadas en no más de cuatro lances de los 24 realizados en total. Estas especies con poca presencia y menor distribución correspondieron a especies marinas y dulce acuícolas y fueron consideradas visitantes ocasionales y cíclicas que causaron los cambios en los ensamblajes de peces de una temporada a otra. Generalmente, este tipo de especies llega a la laguna en busca de alimento o refugio: las cíclicas buscan la laguna para completar algún estadio de su ciclo de vida en alguna temporada del año; en cambio, los visitantes permanentes regularmente son especies que pasan el mayor tiempo de su ciclo de vida en la laguna.

Es de esperar un incremento en el número de especies del actual registro (53), ya que la ictiofauna estuvo compuesta mayormente por visitantes ocasionales y cíclicas, especies marinas eurihalinas (73.5%), estenohalinas (11.3%), estuarinas permanentes (3.8%), estuarinas temporales (3.9%) y dulceacuícolas (7.5%), según la clasificación de distribución de Castro-Aguirre *et al.* (1999).

Población estimada para la laguna de Mecoacán

A pesar de las diferentes metodologías utilizadas y el mayor esfuerzo de muestreo realizado por Contreras (1992) y Reyes (2011), este estudio incrementó el registro de especies dentro de la laguna Mecoacán. Considerando el conjunto de información antes señalada, se estima que la ictiofauna de la laguna está conformada por un total de 71 especies, 51 géneros, 31 familias y 14 órdenes (apéndice 25). Esto representa cerca de 32% de las especies para el estado, 3% para el país y 0.2% para el mundo. Las especies más abundantes y mejor distribuidas en toda la laguna coincidieron con las reportadas por Contreras (1992) y por Reyes (2011).

Importancia económica de la ictiofauna

En Mecoacán se ha observado que la ictiofauna soporta una pesquería de dos tipos: pesca de subsistencia (practicada por habitantes con fines de autoconsumo) y pesca furtiva (la que se lleva a cabo todo el año con fines de comercialización). En el actual estudio, cerca de 30% del total de las especies capturadas tienen importancia comercial o alimenticia, como los bagres (*Bagre marinus*), roncos (*Bairdiella chrysoura*, *B. ronchus*), robalos (*Centropomus* spp.), mojarras (*Cichlasoma urophthalmum*), guavinas (*Gobiomorus dormitor*), pargos (*Lutjanus* spp.) y sábalo (*Magalops atlanticus*). Es necesario considerar la importancia económica que brinda este ambiente lagunar para el estado, no sólo en materia de pesquería y ecológica, sino también en el ámbito ambiental y social.

Situación y estado de conservación de la ictiofauna

No se tiene registro de especies enlistadas en alguna de las categorías de protección establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Principales amenazas

Uno de los problemas que ha enfrentado la ictiofauna de Mecoacán ha sido la extracción desmedida de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

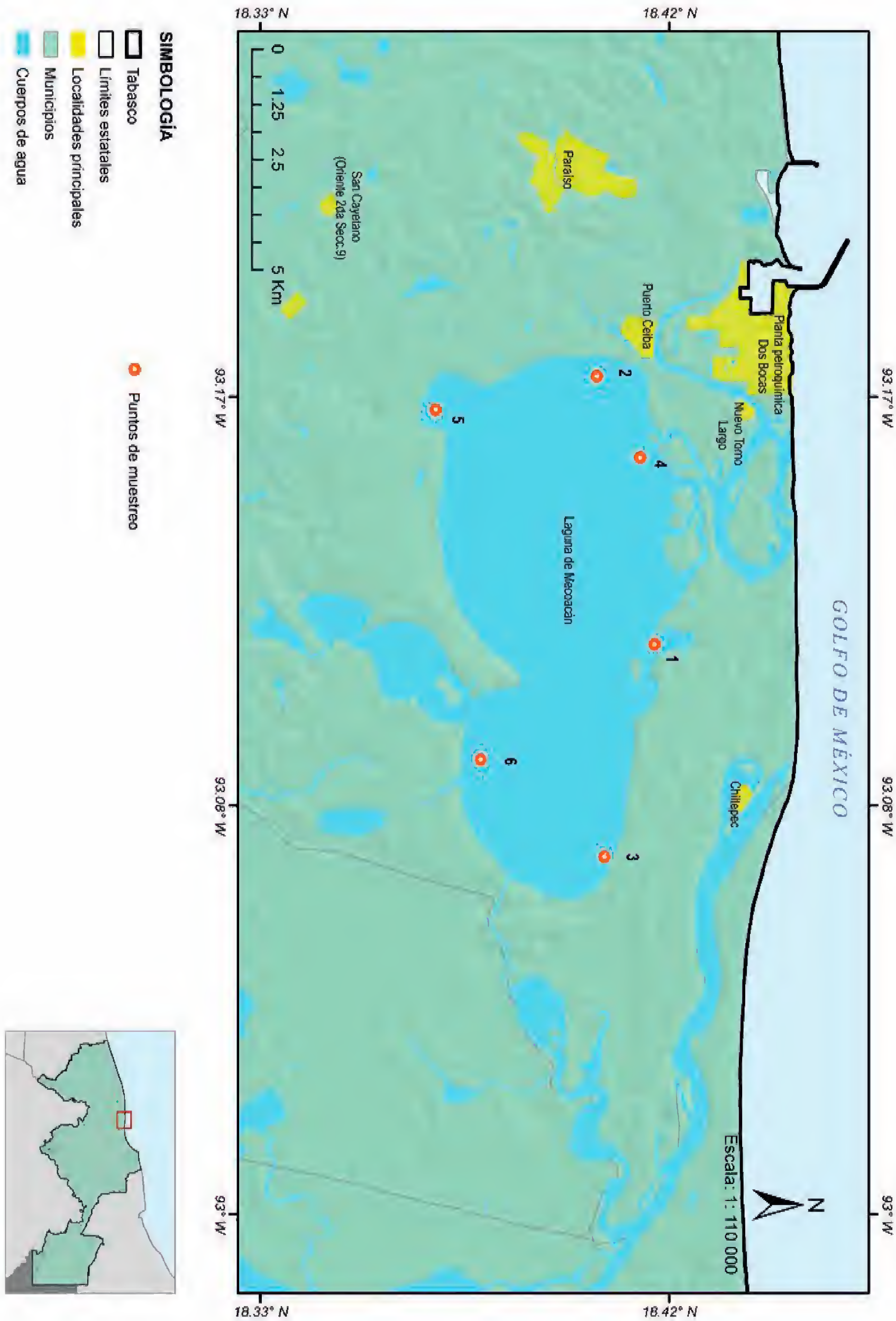


Figura 1. Puntos de muestreos y localización de la laguna Mecoacán, Paraíso. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

especies con importancia pesquera y el incremento de asentamientos turísticos cercanos a ésta, las cuales implican perturbación, ausencia e incluso la extinción local a largo plazo de algunas de las especies.

Recomendaciones

La laguna Mecoacán representa un humedal de importancia para la anidación y refugio de una gran variedad de aves, peces y macro invertebrados acuáticos en el estado (Tepetlan y Aldana 2008); sin embargo, a pesar de que enfrenta amenazas para su permanencia, hasta antes de 2018 no existían acciones de conservación.[1] Por ello, se recomienda realizar el uso adecuado de los recursos ícticos mediante la disminución de su extracción para reducir la perturbación y asegurar el mantenimiento de las comunidades biológicas de mayor diversidad. Es necesario hacer estudios más profundos en materia de pesquería y taxonomía que conlleven a un conocimiento completo acerca de la ictiofauna, así como establecer medidas regulatorias para el mejor aprovechamiento y manejo de las especies en la laguna.

Agradecimientos

A la Coordinación de Vinculación y Servicios, de la División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT por el apoyo para llevar a cabo el presente estudio. A los biólogos Fidel Jesús Ramírez y Graciela García García por su colaboración en campo y laboratorio.

Referencias

Castro-Aguirre, J.L., H. Espinosa y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarina, lagunar y vicaria de México*. Limusa, México.

Contreras, A. 1992. *Relaciones tróficas de la ictiofauna de la laguna de Mecoacán, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Habit-Conejeros, E., S. González-Valenzuela y P. Sepúlveda. 2002. Alcances sobre el uso sustentable de la ictiofauna de sistemas fluviales. *Theoria* 11:15-20.

López-Portillo, J. y E. Ezcurra. 1989. Zonation in mangrove and salt marsh vegetation at Laguna de Mecoacán. *Biotropica* 21(2):107-114.

NOTIMEX. Agencia de Noticias del Estado Mexicano. 2018. Laguna de Mecoacán, Tabasco, será área natural protegida. En: < *http://www.notimex.gob.mx/ntxnotaLibre/510409*>, última consulta: abril de 2018.

Reyes, R. 2011. *Distribución de la densidad y la biomasa de la ictiofauna en la laguna Mecoacán, Tabasco. México*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Tepetlan, S. y D. Aldana. 2008. Macrofauna bentónica asociada a bancos ostrícolas en las lagunas costeras Carmen, Machona y Mecoacán, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical* 56:127-137.

[1] A finales de marzo de 2018 se inició el decreto de Laguna Mecoacán como nueva área natural protegida (NOTIMEX 2018).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Larvas de peces de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla

Wendi del Carmen Arévalo Frías y Manuel Mendoza Carranza

Introducción

La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) posee una gran variedad de ambientes, desde playas, manglares, llanuras inundables, hasta pantanos y lagunas que permiten el desarrollo de diversas especies de peces con ciclos de vida complejos. Por ejemplo, los que viven en el río y se reproducen en el mar, marinos que se reproducen en las zonas estuarinas, los que viven solamente en el estuario y los que habitan temporalmente estas zonas porque les proporcionan alimento y refugio. Debido a esta importante función, los estuarios se consideran áreas prioritarias de conservación (Heck *et al.* 1997, Whitfield 1999, Blaber 2002, Sheridan y Hays 2003).

En el ciclo de vida de un pez es crítica la etapa larvaria, debido a que en esta fase poseen una limitada capacidad de movimiento (Strydom y Wooldridge 2005), son más vulnerables a condiciones ambientales desfavorables y son más susceptibles a la depredación (Whitfield 1999, Peterson *et al.* 2000). Del éxito de esta fase dependerá la cantidad de organismos que se reclutan cuando son adultos, lo cual determina el tamaño de las poblaciones de peces en el futuro (Houde 1994, James *et al.* 2003).

La principal actividad económica de los habitantes de la RBPC es la pesca (INE y SEMARNAT 2000), de ahí la importancia de los inventarios y monitoreos de la composición del ictioplancton (comunidad de larvas de peces) en la región.

En Tabasco el estudio de las larvas de peces aún es incipiente. El presente estudio muestra los resultados de las colectas de larvas de peces hechas en los años 2004, 2005 (mediante el proyecto financiado por la International Foundation for Science, IFS) y 2010 en cuatro diferentes ambientes estuarinos en la RBPC: 1) costas, caracterizadas por la presencia de playas arenosas; 2) manglares, caracterizados por la presencia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y altos contenidos de materia orgánica; 3) río, áreas netamente ribereñas con ausencia de vegetación sumergida, y en sus márgenes presencia de vegetación modificada (principalmente pastizales); y 4) vegetación acuática sumergida (VAS) caracterizada por mantos de *Vallisneria americana*, juncos y vegetación de pantano.

Resultados

A partir de las colectas llevadas a cabo en los años de estudio (figura 1) se integró una lista con 57 especies de larvas de peces (13 de ellas sólo identificadas hasta género) distribuidas en 33 familias. De estas especies, 16% son de alta importancia comercial, 2% de importancia comercial media, 17% de importancia comercial baja y 65% no poseen importancia comercial (cuadro 1, apéndice 26). Las larvas de peces más abundantes corresponden a la guabina (*Gobiomorus dormitor*), la sardina transparente (*Anchoa mitchilli*), el machete del Atlántico (*Elops saurus*) y el lenguado de agua dulce (*Achirus lineatus*; Arévalo-Frías y Mendoza-Carranza 2012).

La mayoría de las especies de larvas de peces encontradas dependen, en gran medida, de la salinidad; por ello, las zonas de influencia marina (costas y playas) presentaron mayor diversidad de especies respecto a ambientes de agua dulce (zonas ribereñas y áreas con VAS). En estos muestreos, la ausencia de especies de alta importancia comercial, como el robalo (*Centropomus undecimalis*), puede deberse, principalmente, al difícil acceso a zonas estructuralmente complejas y que usualmente funcionan como áreas de crianza, como los manglares y los mantos de VAS (Gilmore *et al.* 1983).

Arévalo-Frías, W. y M. Mendoza-Carranza. 2019. Larvas de peces de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 288-292.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

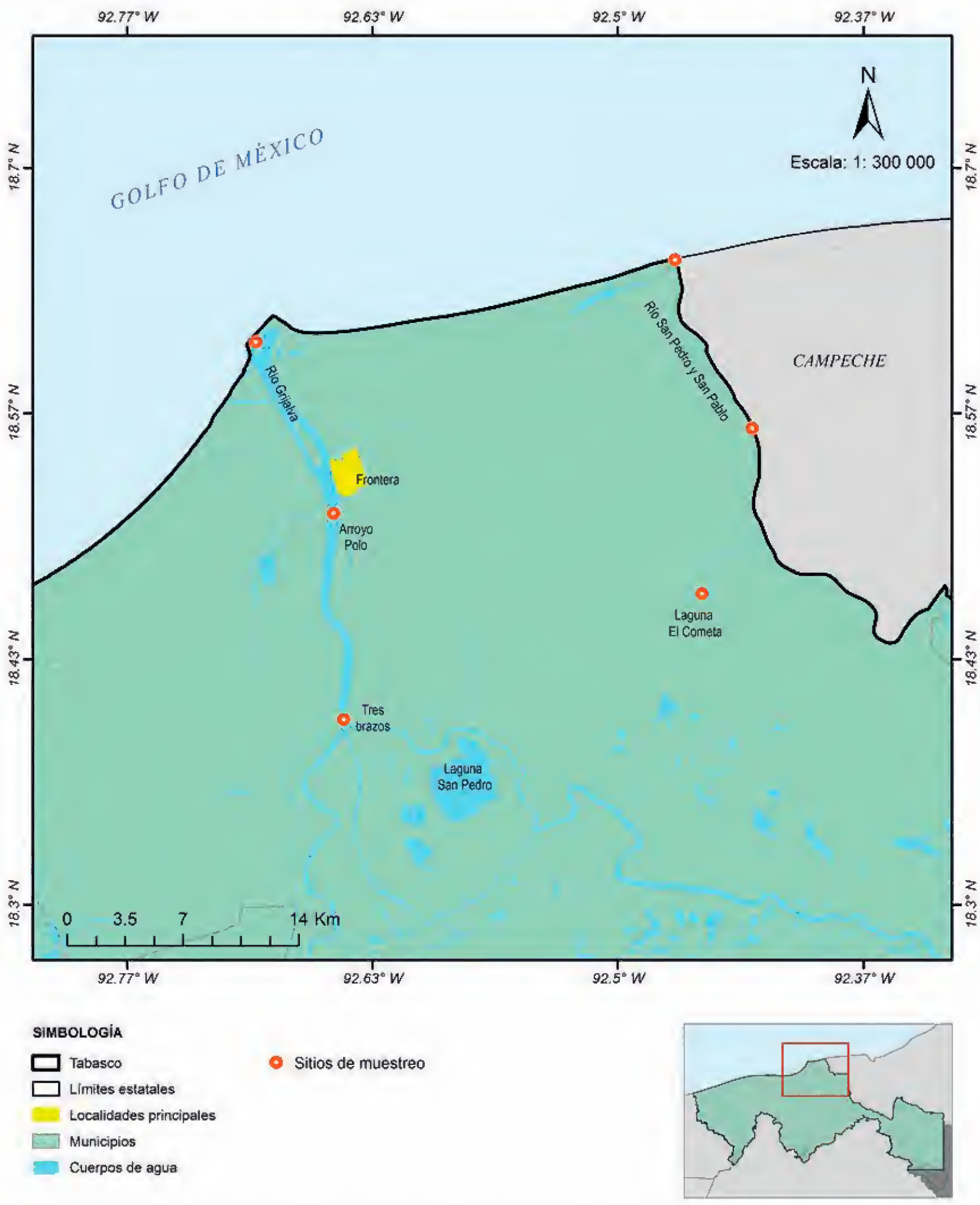


Figura 1. Localización de los puntos de colecta de larvas en la RBPC. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies de larvas de peces dentro de la RBPC.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Importancia comercial
Achiridae			
	Achirus lineatus	Lenguado de agua dulce	NC
	Trinectes maculatus	Lenguado de agua dulce	NC
Atherinopsidae			
	Atherinella alvarezi	Plateadito de Tacotalpa	NC
Batrachoididae			
	Porichthys porosissimus	Espino, lagartija	NC
	Batrachoides sp.	Pejesapo	NC
	Opsanus beta	Pejesapo	NC
Belonidae			
	Strongylura sp.	Agujón	NC
Blenniidae			
	Hysoblennius sp.	Caballito	NC
Carangidae			
	Caranx sp.	Jurel o cojinuda	A
	Chloroscombrus chrysurus	Papelillo	NC
	Oligoplites saurus	Quiebracuchillos, cola amarilla	NC
	Selene vomer	Corcovado	NC
	Trachinotus carolinus	Palometa	A
	Trachinotus falcatus	Pámpano	A
Characidae			
	Astyanax aeneus	Sardina	NC
Cichlidae			
	Cichlasoma urophthalmus	Castarrica	A
	Petenia splendida	Tenguayaca	A
Clupeidae			
	Brevoortia sp.	Cola amarilla	NC
	Harengula jaguana	Sardina escamuda	NC
	Opisthonema oglinum	Sardina de hebra	NC
	Dorosoma petenense	Malpiche	NC
Eleotridae			
	Gobiomorus dormitor	Guabina	M
	Dormitator maculatus	Topén	B
	Eleotris sp.	ND	NC
Elopidae			
	Elops saurus	Machete del Atlántico	NC
Engraulidae			
	Anchoa hepsetus	Anchoa, burrita	NC
	Anchoa mitchilli	Sardina transparente	NC
Ephippidae			
	Chaetodipterus faber	Zapatera	B
Gerreidae			
	Eugerres plumieri	Mojarra rayada	B
	Eucinostomus sp.	Mojarra trompetera	B
	Diapterus rhombeus	Mojarra blanca	B
Gobiesocidae			
	Gobiesox strumosus	Pez adhesivo	NC
Gobiidae			
	Gobiosoma sp.	Gobio sin escamas	NC
	Gobionellus oceanicus	Gobio esmeralda	NC
Hemiramphidae			
	Hyporhamphus unifasciatus	Pajarito	NC
Loricariidae			
	Pterygoplichthys sp.	Pez diablo, plecostomus	NC
Lutjanidae			
	Lutjanus sp.	ND	A
	Lutjanus griseus	Pargo dientón	A
	Lutjanus synagris	Villajaiba	A
Megalopidae			
	Megalops atlanticus	Sábalo	A

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Importancia comercial
Microdesmidae			
	Microdesmus longipinnis	Pez gusano rosado	NC
Monacanthidae			
	Stephanolepis hispidus	Gallito, gallo verde	NC
Mugilidae			
	Mugil curema	Lebrancha	B
Ophichthidae			
	Myrophis punctatus	Culebra, culebra blanca	NC
Paralichthyidae			
	Etropus crossotus	San Pedro	NC
Rivulidae			
	Rivulus sp.	ND	NC
Sciaenidae			
	Bairdiella sp.	Juzgo	NC
	Cynoscion arenarius	Trucha	B
	Micropogonias furnieri	Curvina, gurrubata	B
	Menticirrhus americanus	Ratón	NC
Sparidae			
	Archosargus probatocephalus	Sargo chopa	B
	Archosargus rhomboidalis	Sargo rayado	B
Synbranchidae			
	Ophisternon aenigmaticum	Madrefil	NC
Syngnathidae			
	Microphis brachyurus lineatus	Pez pipa, culebra	NC
Synodontidae			
	Synodus foetens	Tolete, chile, perro	NC
Tetraodontidae			
	Sphoeroides maculatus	Ishpú, pez globo	NC
Triglidae			
	Prionotus sp.	Volador	NC

ND: no determinado. Importancia comercial: A = alta, M = media, B = baja y NC = no comercial. Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo y Arévalo-Frías y Mendoza-Carranza 2012.

Conclusión

La abundancia y diversidad de larvas de peces encontradas en la zona estuarina de la RBPC y su zona costera adyacente indican la importancia de estos hábitats para las etapas más vulnerables del ciclo de vida de las especies de peces, tanto de las que se explotan en la región, como para las que sostienen las redes tróficas en estas áreas. El elevado número de especies de larvas de peces reportado en este trabajo demuestra el gran potencial biológico de estos hábitats, por lo que se sugiere realizar monitoreos continuos para incorporar las posibles variaciones, tanto en la estructura de la comunidad de peces como en las condiciones ambientales que determinan la abundancia de los recursos aprovechados en esta zona. Por lo anterior, es prioritario determinar las áreas de mayor valor ecológico para el reclutamiento de especies de peces, ya que los impactos sobre estos hábitats tendrán consecuencias potencialmente negativas sobre los rendimientos futuros de las pesquerías en la región (Hoss y Thayer 1993).

Referencias

Arévalo-Frías, W. y M. Mendoza-Carranza. 2012. Larvas y juveniles de peces en ambientes estuarinos de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y su zona costera adyacente. En: *Recursos acuáticos costeros del sureste: tendencias actuales en investigación y estado del arte*. A.J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y B. Pérez (eds.). RECORECOS/CONCYTEY/UNACAR/UJAT/ECOSUR/UNAM, México, pp. 242-269.

Blaber, S.J.M. 2002. 'Fish in hot water': the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. *Journal of Fish Biology* 61:1-20.

Gilmore, R.G., C.J. Donahoe y D.W. Cooke. 1983. Observations on the distribution and biology of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). *Florida Scientist* 46:313-336.

Heck, K.L., D.A. Nadeau y R. Thomas. 1997. The nursery role of seagrass beds. *Gulf of Mexico Science* 1997:50-54.

Hoss, D.E. y G.W. Thayer. 1993. The importance of habitat to the early life history of estuarine dependent fishes. *American Fisheries Society Symposium* 14:147-158.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Houde, E.D. 1994. Differences between marine and freshwater fish larvae: implications for recruitment. *ICES Journal of Marine Science* 51(1):91-97.

INE y SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Programa de manejo Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. INE, México.

James, A., J.W. Pitchford y J. Brindley. 2003. The relationship between plankton blooms, the hatching of fish larvae, and recruitment. *Ecological modelling* 160(1-2):77-90.

Peterson, M.S., B.H. Comyns, J.R. Hendon *et al*. 2000. Habitat use by early life-history stages of fishes and crustaceans along a changing estuarine landscape: differences between natural and altered shoreline sites. *Wetlands Ecology and Management* 8:209-219.

Sheridan, P. y C. Hays. 2003. Are mangroves nursery habitat for transient fishes and decapods?. *Wetlands* 23:449-458.

Strydom, N.A. y T.H. Wooldridge. 2005. Diel and tidal variations in larval fish exchange in the mouth region of the Gamtoos Estuary, South Africa. *African Journal of Aquatic Science* 30(2):131-140.

Whitfield, A.K. 1999. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a south african case study. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 9:151-186.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Anfibios

María del Rosario Barragán Vázquez

Introducción

Los anfibios (clase Amphibia) deben su nombre a que su ciclo de vida se desarrolla tanto en la tierra (adulto) como en el agua (ajolote, renacuajo o larva; Duellman y Trueb 1994). Presentan una piel desnuda y cubierta por gran número de glándulas, que les ayudan a mantenerla húmeda y protegida para intercambiar gases por medio de la piel; también pueden respirar mediante los pulmones, la boca, la faringe y la laringe (Méndez-De la Cruz 1992). Incluyen formas muy variadas, como las ranas y los sapos (orden Anura) con patas alargadas adaptadas para el salto en la mayoría de las especies, tienen cuerpos cortos, voz y no poseen cola; las salamandras y ajolotes (orden Caudata) tienen cola y extremidades cortas, lo que les confiere un aspecto de lagartija; mientras que las cecilias (orden Gymnophiona) es el único grupo que carece de extremidades (ápodo), tienen cuerpo alargado y ojos muy reducidos debido a que llevan una vida subterránea (fosoriales; Pough *et al.* 2004).

Su forma de reproducción es variada: en las ranas y sapos el macho fecunda los huevos mientras la hembra los va expulsando hacia el exterior, generalmente en el agua (fertilización externa); en los caudados y cecilias la fecundación suele ser interna. Estas formas de incubar los huevos también muestran adaptaciones que incrementan la supervivencia. En algunas especies de ranas y sapos, los huevos fecundados se incuban en el dorso de la hembra, en la boca del macho o en un cordón que envuelve las patas traseras del macho (Wells 2007).

Diversidad

En los últimos años el número de especies de anfibios conocidos se ha incrementado y, de acuerdo con Frost (2014), se registran 7 285 especies en el mundo, de las cuales 6 406 corresponden al orden Anura, 679 al orden Caudata y 200 al Gymnophiona. De esta diversidad, México cuenta con tres órdenes, 16 familias, 53 géneros y 376 especies de anfibios; de las cuales 237 son anuros, 137 caudados y dos cecilias (Parra-Olea *et al.* 2014). De estas especies, 67% (252) son endémicas de México, es decir, sólo pueden encontrarse en el país (Parra-Olea *et al.* 2014). De acuerdo con Young *et al.* (2004) y Parra-Olea *et al.* (2014) México ocupa el quinto lugar en número de especies en el continente Americano, después de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú.

La anfibiofauna de Tabasco está compuesta por 31 especies (apéndice 27), lo que representa 0.42% de los anfibios conocidos en el mundo (Frost 2014) y 8.2% respecto a México, de acuerdo con Parra-Olea *et al.* (2014). Se presentan 12 de las 16 familias y 21 géneros de los 53 reportados para el país (cuadros 1 y 2). Las familias más diversas son Hylidae con 11 especies y Craugastoridae con cuatro; y 1.2% de los anfibios del estado (dos ranas y una salamandra) son endémicos a México (cuadro 2), pero no existen especies endémicas al estado. En años recientes algunos *taxa* se han registrado por primera vez en el estado, como *Smilisca cyanosticta* (figura 1; Torrez-Pérez y Barragán-Vázquez 2005) y *Craugastor berkenbuchii* (figura 2; Torrez-Pérez y Barragán-Vázquez 2009).

Barragán-Vázquez, M.R. 2019. Anfibios. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 293-299.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Composición taxonómica para el grupo de anfibios y su representatividad a escala nacional.

Orden	México[1]	Tabasco[2]			(%)
	Especies	Familias	Géneros	Especies	
Anura	237	10	19	27	11.4
Caudata	137	1	1	3	2.2
Gymnophiona	2	1	1	1	50.0
Total	**376***	**12**	**21**	**31**	**8.2**

*En México se registran 16 familias, 53 géneros y 376 especies. Fuente: [1]Parra-Olea *et al.* 2014; [2]Barragán-Vázquez y Johnson 2005, Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART), Barragán-Vázquez 2007, Torres-Pérez y Barragán-Vázquez 2005, 2009.

Cuadro 2. Listado de especies de anfibios en el estado, endemismo y estatus de conservación.

Familia	Género	Especie	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
		Orden Anura				
Bufonidae						
	Incilius	*valliceps*				
	Rhinella	*marina*				
Centrolenidae						
	Hyalinobatrachium	*fleischmanni*				
Craugastoridae						
	Craugastor	*alfredi*			VU	
		berkenbuschii		Pr	NT	
		laticeps		Pr	NT	
		rhodopis	Mx			
Eleutherodactylidae						
	Eleutherodactylus	*leprus*			VU	
Hylidae						
	Agalychnis	*callidryas*			LC	II
	Dendropsophus	*ebraccatus*			LC	
		microcephalus			LC	
	Ecnomiohyla	*miotympanum*	Mx		NT	
	Trachycephalus	*typhonius*			LC	
	Scinax	*staufferi*			LC	
	Smilisca	*baudinii*				
		cyanosticta			NT	
	Tlalocohyla	*loquax*			LC	
		picta			LC	
	Triprion	*petasatus*		Pr		
Leiuperina						
	Engystomops	*pustulosus*			LC	
Leptodactylidae						
	Leptodactylus	*fragilis*			LC	
		melanonotus				
Microhylidae						
	Gastrophryne	*elegans*		Pr	LC	
	Hypopachus	*variolosus*			LC	
Ranidae						
	Lithobates	*berlandieri*		Pr	LC	
		vaillanti			LC	
Rhinophrynidae						
	Rhinophrynus	*dorsalis*		Pr	LC	
		Orden Caudata				
Plethodontidae						
	Bolitoglossa	*mexicana*		Pr	LC	
		platydactyla	Mx	Pr	NT	
		rufescens		Pr	LC	
		Orden Gymnophiona				
Caeciliidae	*Dermophis*	*mexicanus*		Pr	VU	
12	**21**	**31**	**3**	**10**	**24**	**1**

Endemismo: Mx = México. NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = sujeta a protección especial. Categorías de la UICN: VU = vulnerable, NT = casi amenazada, LC = preocupación menor. CITES: Apéndice II. El nivel de endemismo se determinó con base en Smith y Taylor 1948, Lee 1996.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Rana de árbol mexicana de puntos azules (*Smilisca cyanosticta*), registrada por primera vez en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Incluida en la UICN como casi amenazada. Foto: Marco Antonio Torrez-Pérez.

Figura 2. Rana de Berkenbusch (*Craugastor berkenbuschii*), registrada por primera vez en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Incluida en la NOM-059-SEMARNAT en protección especial y por la UICN como casi amenazada. Foto: Marco Antonio Torrez-Pérez.

Cuadro 3. Comparación de la riqueza de especies de anfibios con otros estados de la república mexicana.

Estado	Familias	Géneros	Especies	Referencia
Chiapas	11	35	101	Reynoso *et al.* 2011
Oaxaca	10	27	140	Casas-Andreu *et al.* 2004
Veracruz	16	35	103	Guzmán-Guzmán *et al.* 2011
Tabasco	12	21	31	Barragán-Vázquez y Johnson 2005

De acuerdo con Flores-Villela y Gerez (1994), a escala nacional, Tabasco ocupa el lugar 22 en riqueza de especies de anfibios, posición que seguramente pudo haber cambiado debido a que en los últimos años el conocimiento sobre la herpetofauna de muchos estados del país se ha incrementado de manera sustancial. Al comparar la riqueza de especies con otros estados vecinos, esta entidad es superada ampliamente por Chiapas, Oaxaca y Veracruz, estados con más tipos de ecosistemas y mejor documentados (cuadro 3).

Distribución

Los anfibios son un grupo ampliamente distribuido en el mundo, especialmente en la zona tropical que, por sus características abióticas y bióticas, ofrece condiciones favorables para el desarrollo de estos organismos. En Tabasco se han hecho colectas en 16 de los 17 municipios que lo componen, con poco más de 120 localidades. Jonuta es el único municipio que no registra colectas sistemáticas; en cambio Teapa es el municipio mejor documentado: los registros más antiguos son los del naturalista José Narciso Rovirosa (1887), quien formó una colección de 14 especies (actualmente desaparecida), y los de Thatcher, quien registró ocho especies y 122 especímenes en las cercanías del río Teapa (Smith 1960).

Los hábitats en los que existe la mayoría de los registros corresponden con vegetación secundaria (acahual, agrosistemas y pastizales), humedales en las zonas bajas, selvas alta y mediana perennifolias en los municipios Huimanguillo, Teapa, Tenosique y Tacotalpa, y selva baja inundable principalmente en Centla donde se ubica la única reserva federal: Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. En la entidad existen dos componentes herpetofaunísticos en las sierras bajas del norte de Chiapas, en donde se ubican los municipios Teapa, Tacotalpa, Huimanguillo y Macuspana, y las sierras bajas del Petén en Guatemala en el municipio Tenosique. West y colaboradores (1987) mencionan los pocos endemismos para la fauna en las tierras bajas de Tabasco; por lo cual no se puede considerar a esta entidad como una región biótica por separado, sino más bien como la parte

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

occidental de la provincia biótica de Petén, la cual comprende desde el sur de Veracruz hacia el oriente atravesando la base de la península de Yucatán, hasta el noroeste de Honduras. La mayoría de las especies de anfibios tienen amplia distribución en el estado, y pocas como la rana *Smilisca cyanosticta* y algunas salamandras (*Bolitoglossa platydactyla* y *B. rufescens*), habitantes de áreas conservadas, presentan una distribución cada vez más limitada debido a los procesos de fragmentación de los ecosistemas (West *et al.* 1987, Vázquez-Negrín *et al.* 2011).

Importancia ecológica, económica y cultural

Las comunidades de anfibios constituyen gran parte de la biomasa animal en los ecosistemas (Stebbins y Cohen 1995). Cumplen una función fundamental dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Lee 1996). En muchos hábitats, los anfibios son el alimento principal de serpientes, algunas aves y mamíferos, por lo que se consideran la banda transportadora de energía más importante (Stebbins y Cohen 1995). Estos organismos tienen características fisiológicas y etológicas complejas, son particularmente sensibles a los cambios ambientales, por lo que se consideran indicadores de la calidad del ambiente y del agua (Blaustein y Wake 1990, Péfaur 1993, Blaustein 1994, Blaustein *et al.* 1994, Stebbins y Cohen 1995, Bruce *et al.* 2000, Young *et al.* 2004).

Algunas especies de anfibios, en particular los anuros, son aprovechados como alimento (ancas de rana); también se utilizan en trabajos de talabartería y peletería como bolsas y carteras, y se utiliza la piel del sapo marino (*Rhinella marina*) y de algunas ranas terrestres del género *Lithobates* sp. en los municipios Centla y Tenosique (Hernández-López 2001). En Tabasco la importancia cultural sobre los anfibios es prácticamente irrelevante, porque no existe un uso, por el contrario, las personas tienen un rechazo sistemático hacia estas especies debido a falsas creencias al respecto (Comas *et al.* 1998). En general, los anfibios no son un grupo de interés cultural para las comunidades indígenas y rurales en la entidad, ya que no representan una fuente proteica en la alimentación; sin embargo, pueden mostrar respeto como a cualquier otro animal del campo, aunque hay quienes los consideran símbolo de maleficio.

Situación y estado de conservación

Se ha comprobado que las poblaciones de anfibios están declinando a escala mundial (Blaustein y Wake 1990, Blaustein y Johnson 2003, Lips *et al.* 2004). La Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010) incluye 194 especies en alguna categoría de riesgo, lo que representa más de la mitad (53.7%) de la anfibiofauna registrada para México, de ahí la importancia de continuar con la investigación y protección de los ecosistemas en que habitan. Respecto al estatus de conservación de los anfibios con distribución para el estado, esta norma incluye 10 especies en la categoría de sujeta a protección especial (Pr), lo que representa 32% del total registrado. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) documenta tres especies en la categoría vulnerable (VU), 16 en preocupación menor (LC) y cinco como casi amenazada (NT), con lo que se representa 51.6% (cuadro 2, figura 3). Para la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2009), la rana de ojos rojos (*Agalychnis callydrias*, figura 4) se encuentra en el Apéndice II.

Principales amenazas

En Tabasco se presenta una dramática deforestación producto de las políticas públicas que alentaron el desmonte de las selvas para transformarlas en tierras agrícolas y de pastoreo para el ganado. En 1940 la cobertura de la selva perennifolia en el estado era de 49% de su superficie, y para 1990 se había reducido a 8%. En cinco décadas se perdieron aproximadamente un millón de hectáreas de selva, con la finalidad de convertir a la entidad en un centro agrícola que nunca llegó a ser (Tudela 1990).

Para Tabasco sobresalen tres tipos de deforestación: la explotación forestal (SEMARNAT 2010), la explotación petrolera (Tudela 1990) y el crecimiento de las áreas urbanas (Solis-Zurita 2009, Barragán-Vázquez *et al.* 2010). Esto constituye una amenaza para los ecosistemas y, por ende, para las poblaciones de este grupo si no existe un reordenamiento en el uso del suelo. Actualmente solo existe una muestra representativa de los ecosistemas naturales en 4% de la superficie del estado, aproximadamente 100 000 ha en la serranía, en los municipios Huimanguillo, Teapa,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Salamandra lengua hongeada (*Bolitoglossa platydactyla*) incluida en la categoría de casi amenazada por la UICN. Foto: Marco Antonio Torrez-Pérez.

Figura 4. Rana de ojos rojos (*Agalychnis callydrias*) incluida en el Apéndice II de la CITES. Foto: María del Rosario Barragán Vázquez.

Figura 5. Salamandra de lengua hongeada rojiza (*Bolitoglossa rufescens*) incluída en la NOM-059 en la categoría sujeta a protección especial y por la UICN en preocupación menor. Foto: Marco Antonio Torrez-Pérez.

Tacotalpa, Macuspana y Tenosique, en donde quedan 45 000 ha de selvas y acahuales, 40 000 ha de manglares, 10 000 ha de tintales y 5 000 ha de encinares (CEPAL 2008). Este deterioro del hábitat impacta directamente en las comunidades de anfibios al someterlos a condiciones que cambian drásticamente en el corto plazo, lo que ocasiona que muchas especies no puedan adaptarse a los cambios y, por tanto, desaparezcan de las áreas naturales de distribución y, en el mejor de los casos, se replegen hacia las zonas con menor afectación. Como lo señalan la NOM-059 y la UICN, una proporción importante de especies está en alguna categoría de riesgo. Las especies afectadas inicialmente serán las que se encuentran en hábitats conservados, como las salamandras del género *Bolitoglossa* (figura 5) y algunas ranas arborícolas de la familia Hylidae; aunque todos los miembros de este grupo se verán afectados al fragmentarse el hábitat, lo que ocasionará su aislamiento y, en el mediano o largo plazo, su extinción.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Recomendaciones

La solución al problema de deforestación no se resolverá solamente con programas de reforestación, es necesario que las diversas dependencias responsables de la administración de los recursos forestales, agropecuarios y ambientales trabajen de manera coordinada y con las mismas herramientas para frenar y solucionar este problema. Además la creación de programas de manejo que sean congruentes con las necesidades de uso y conservación de la fauna silvestre, tendrán que basarse en esquemas de aprovechamiento tradicional en las capacidades de los recursos naturales y en tener un sistema de evaluación que proporcione la posibilidad de ser modificados ante cambios ambientales, sociales o culturales. Para que estos planes sean aplicados y tengan continuidad se debe conocer y sistematizar todo tipo de información sobre las relaciones entre la gente local y la fauna silvestre usada (Quijano-Hernández y Calmé 2002).

La mayoría de los estudios sobre biodiversidad se han realizado en cuatro de las 13 áreas naturales protegidas del estado (Barragán-Vázquez 2000, Pérez 2004, Barragán-Vázquez 2007, Triana-Ramírez 2007, Pérez-Cruz 2008, Ríos-Rodas 2009, Torrez-Pérez 2010). Es importante enfatizar la urgencia de inventariar y de continuar con estudios ecológicos que incluyan monitoreos de las comunidades en estas áreas; además, es indispensable que el gobierno estatal y federal apoye económicamente los programas de manejo para asegurar la permanencia de este grupo.

A pesar de la poca diversidad de los anfibios en el estado, existe la posibilidad de que la cantidad de especies se incremente al continuar con la exploración en la zona serrana en donde se ubican los últimos remanentes de selva perennifolia. Esto permitirá identificar áreas de mayor diversidad para establecer sitios de monitoreo permanente y con ello conocer las fluctuaciones de la dinámica poblacional, con lo que se obtendrá más información para impulsar la conservación de los anfibios en el estado.

Referencias

Barragán-Vázquez, M.R. 2000. Los anfibios de Quintín Arauz, municipio de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 15(30):59-66.

——. 2007. Análisis ecológico de la comunidad de anfibios y reptiles de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco, México. Tesis de maestría. División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT.

Barragán-Vázquez, M.R. y J.D. Johnson. 2005. Listado taxonómico de los anfibios y reptiles de Tabasco. México (inédito).

Barragán-Vázquez, M.R., C.E. Zenteno, C. Solis *et al*. 2010. Herpetofauna asociada a ambientes urbanos y suburbanos de Villahermosa, Tabasco, México. *Kuxulkab'* 16(30):19-26.

Blaustein, A.R. 1994. Chicken little or nero's fiddle? A perspective on declining amphibian populations. *Herpetologica* 50(1):85-97.

Blaustein, A.R. y D.B. Wake. 1990. Declining amphibian populations: a global phenomenon? *Trends in Ecology and Evolution* 5(9):203-204

Blaustein, A.R., D.B. Wake y W.P. Sousa. 1994. Amphibians declines: judging stability, persistent and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology* 8:60-70.

Blaustein, A.R. y P.T.J. Johnson. 2003. The complexity of deformed amphibians. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1:87-94

Bruce, E.Y., K.R. Lips, J.K. Reaser *et al*. 2000. Population declines and priorities for amphibians: conservation in Latin America. *Conservation Biology* 15(5):1213-1223.

Casas-Andreu, G., F.R. Méndez-de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y Reptiles. En: *Biodiversidad de Oaxaca*. A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología-UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/WWF, México, pp. 375-390.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2008. Reporte, Tabasco: características e impacto socioeconómico de las inundaciones provocadas a finales de octubre y a comienzos de noviembre de 2007 por el frente frío número 4. En: ‹*http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/3/33373/P33373.xml&xsl=/mexico/tpl/p9f.xsl&base=/mexico/tpl/top-bottom.xsl*›, última consulta: 25 de junio de 2013.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2009. Apéndices I, II y III. CITES/UNEP.

Comas, H.A., P. Sánchez M., V. Soto A. y A. Torres A. 1998. Estudio etnozoológico sobre las serpientes en comunidades de la sierra de Huimanguillo, Tabasco, México. Resultados preliminares. En: *Resúmenes de la V Reunión Nacional de Herpetología*. Xalapa.

Duellman, E.W. y L. Trueb. 1994. *Biology of amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. UNAM/CONABIO, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Frost, D.R. 2014. Amphibian species of the world: an online reference, version 6.0. En: ‹*https://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/*›, última consulta: 30 de julio de 2014.

Guzmán-Guzmán, S., J.E. Morales-Mávil y E.O. Pineda A. 2011. Anfibios. En: *La biodiversidad en Veracruz: estudio de Estado*. A. Cruz Angón (ed.). CONABIO/Gobierno del Estado de Veracruz/Universidad Veracruzana/Instituto de Ecología A. C., México, pp. 517-529.

Hernández-López, A. 2001. *Segundo informe sobre desarrollo humano de los Estados de Chiapas y Tabasco: análisis comparativo 1995-2000*. Tesis de maestría en ciencias en desarrollo rural. UACH, Chiapas.

Lee, J. 1996. *The amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula*. Cornell University Press, Nueva York.

Lips, K.R., J.R. Mendelson, A. Muñoz-Alonso *et al*. 2004. Amphibian population declines in montane southern Mexico: surveys of historical localities. *Biological Conservation* 119:555-564.

Méndez-De la Cruz, F. 1992. La diversidad actual de los anfibios y reptiles. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 43:190-194.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (suplo) 85:s460-s466.

Péfaur, J.E. 1993. Anfibios, una herramienta pedagógica para determinar el deterioro ambiental. Encuentro Nacional de Universidades sobre Educación Ambiental y Extensión Universitaria. Boletín 1, Mérida.

Pérez, I.H. 2004. *Análisis ecológico de los anfibios de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Pérez-Cruz, F.A. 2008. *Ofidiofauna del poblado Oxolotán municipio de Tacotalpa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Pough, F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle *et al*. 2004. *Herpetology*. Prentice Hall, Nueva Jersey.

Quijano-Hernández, E. y S. Calmé. 2002. Patrones de cacería y conservación de la fauna silvestre en una comunidad maya de Quintana Roo, México. *Etnobiología* 2:1-18.

Reynoso, V.H., R. Paredes-León y A. González-Hernández. 2011. Anfibios y reptiles de Chiapas con comentarios sobre los reportes y estudios de diversidad herpetofaunística en la región, su endemismo y conservación. En: *Chiapas: estudios sobre su diversidad biológica*. F.N. Álvarez (coord.). UNAM, México, pp. 459-509.

Ríos-Rodas, L. 2009. *Diversidad alfa y beta de anfibios en dos áreas con diferente grado de conservación en Tacotalpa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Rovirosa, J. N. 1887. Apuntes para la zoología de Tabasco. Vertebrados observados en el territorio de Macuspana. *La Naturaleza* 7:345-389.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Smith, H.M. 1960. Herpetozoa from Tabasco. *Herpetologica* 16:222-223.

Smith, H.M. y E.H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the amphibians of Mexico. *Bulletin of the United States National Museum* 194:1-118.

Solis-Zurita, C. 2009. *Estructura de la herpetofauna y su relación con variables ambientales en Villahermosa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Stebbins, R.C. y N. Cohen. 1995. *A natural history of amphibians*. Princeton University Press, Nueva Jersey.

Torrez-Pérez, M.A. 2010. *La comunidad de anuros de la selva mediana subperenifolia del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Torrez-Pérez, M.A. y M.R. Barragán-Vázquez. 2005. Blue-spoted *Smilisca* (*Smilisca cyanosticta*). *Herpetological Review* 36(4):464.

——. 2009. Berkenbusch's stream frog (*Craugastor berkenbuschi*). *Herpetological Review* 40(4):445.

Triana-Ramírez, D.I. 2007. *Estudio de la comunidad de serpientes del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

Tudela, F. 1990. Recursos naturales y sociedad en el trópico húmedo tabasqueño. En: *Medio ambiente y desarrollo de México*. E. Leff (ed.). Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-UNAM/Editorial Porrúa, México, pp. 149-189.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Red List of Threatened Species. En: ‹*http://www.iucnredlist.org/*›, última consulta: febrero de 2011.

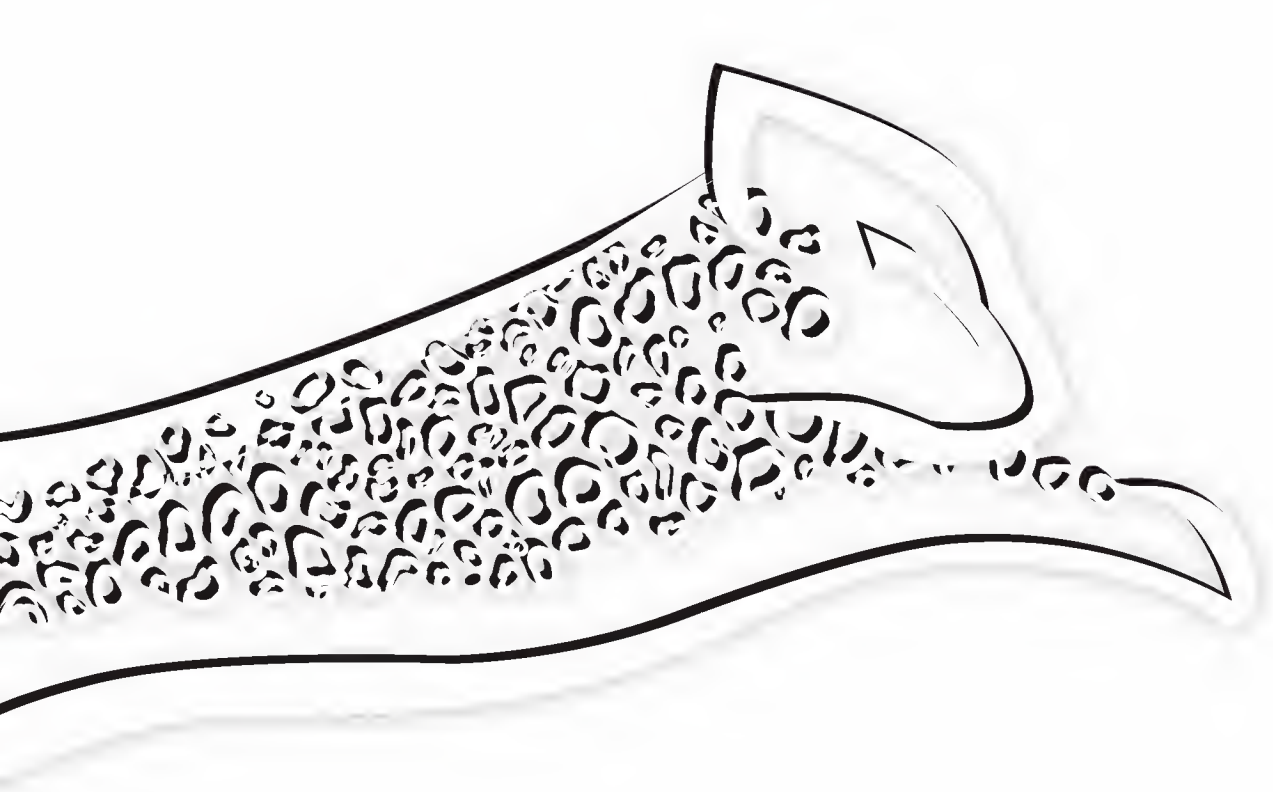
Vázquez-Negrín, I., O. Castillo-Acosta, J.I. Valdez-Hernández *et al*. 2011. Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. *Polibotánica* 32:41-61.

Wells, K.D. 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago.

West, R.C., N.P. Psuty y B.G. Thom. 1987. *Las tierras bajas de Tabasco, en el sureste de México*. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Young, B.E., S.N. Stuart, J.S. Chanson *et al*. 2004. *Joyas que están desapareciendo: El estado de los anfibios en el nuevo mundo*. Nature Serve, Virginia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Reptiles

María del Rosario Barragán Vázquez, Claudia Elena Zenteno Ruiz y Marco Antonio López Luna

Descripción

Las características que permitieron que los reptiles se adaptaran a una gran variedad de ecosistemas son: su independencia del agua para sobrevivir en tierra firme, su piel seca y cubierta de escamas que les protege de la desecación, así como un huevo amniótico caracterizado por una cubierta membranosa que puede o no ser flexible, protege al embrión y le proporciona el ambiente adecuado para su desarrollo en tierra. Otra característica de estos animales es que son ectotérmicos, es decir, dependen de fuentes externas de calor para calentar sus cuerpos y regular su temperatura. Los principales grupos de reptiles son las tortugas, las lagartijas, las serpientes y los cocodrilos.

Las tortugas son reptiles que tienen un caparazón constituido por placas óseas y cubierto por escudos córneos, carecen de dientes en las mandíbulas y, en su lugar, poseen un pico córneo parecido al de las aves; sus patas tienen características muy especiales según su hábitat. En las tortugas terrestres parecen columnas con cinco dedos y uñas cortas, como las de las Islas Galápagos; las que viven en pantanos y ríos son iguales pero con los dedos y uñas más largas e incluso con membranas entre los dedos (tortuga blanca, *Dermatemys mawii*); en las marinas, las patas parecen remos, con los dedos unidos y muy largos, y solamente con una o dos uñas reducidas (tortuga verde, *Caretta caretta*; Pugh *et al.* 2004, Flores-Villela y García-Vázquez 2014).

Las lagartijas y serpientes se clasifican en el mismo orden; sin embargo, exhiben diferencias notables. Las lagartijas tienen el cuerpo elongado y redondeado con algunas excepciones, pueden medir desde unos milímetros (camaleón de Madagascar, *Brookesia micra*), hasta 1.5 m, como el dragón de Komodo. La mayoría presenta cuatro extremidades, colas generalmente más largas que el cuerpo y, con algunas exclusiones, poseen párpados (Pugh *et al.* 2004, Flores-Villela y García-Vázquez 2014).

Todas las serpientes carecen de extremidades, tienen un cuerpo elongado, el cual varía en longitud y forma de acuerdo con el ambiente en que habitan; por ejemplo, las arborícolas suelen ser delgadas y largas en comparación con las terrestres que tienen cuerpos más pesados y redondeados. Ninguna especie de serpiente tiene párpados, más bien el ojo está cubierto por una escama transparente; las serpientes pueden medir unos cuantos centímetros, como las serpientes ciegas, hasta más de 10 m de longitud, como las boas y pitones (Pugh *et al.* 2004, Flores-Villela y García-Vázquez 2014).

Los cocodrilos, gaviales y yacarés se caracterizan por su cuerpo alargado, así como por su cola musculosa que utilizan para nadar, pero en tierra la usan como látigo defensivo. Otra característica notable es su coraza dorsal de piel gruesa con placas osificadas que les brindan protección; sus patas presentan membranas interdigitales, ya que todas las especies son semiacuáticas. La mayoría de las especies son de gran tamaño, desde 1.5 m (cocodrilo enano *Osteolaemus tetraspis*) y llegan hasta los 6.5 m, como los cocodrilos y los gaviales (Pugh *et al.* 2004, Flores-Villela y García-Vázquez 2014).

Diversidad

Actualmente se han registrado 9 547 especies de reptiles en el mundo, de las cuales 864 (9.05%) están presentes en México (Flores-Villela y García-Vázquez 2014). Desde el punto de vista herpetológico

Barragán-Vázquez, M.R., C.E. Zenteno-Ruiz y M.A. López Luna. 2019. Reptiles. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 301-310.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(anfibios y reptiles), Tabasco ha sido poco explorado, probablemente por la poca variedad de climas y tipos de vegetación.

En la entidad los reptiles están representados en 26 familias, 73 géneros y 106 especies (cuadro 1, apéndice 28), pero no hay registros de especies endémicas para el estado (Flores-Villela y Gerez 1994, SEMARNAT 2010). Las familias más diversas son Dipsadidae y Colubridae, y están representadas por 26 y 18 especies respectivamente (apéndice 28). De acuerdo con datos recientes, se amplió la distribución geográfica de algunos *taxa* hacia Tabasco, como el caso de la culebra guardacaminos o basurera (*Conophis lineatus*, figura 1) y la lagartija espinosa de Lundell (*Sceloporus lundelli*, figura 2; Barragán-Vázquez *et al.* 2004a, b).

A escala nacional la representatividad de la herpetofauna del estado es baja (12.3%). Si se compara esta riqueza de especies con la de estados de la región sureste —como Veracruz, Chiapas y Oaxaca que cuentan con una mayor variabilidad ambiental y con colectas sistemáticas— resalta que la diversidad para Tabasco es baja (cuadro 2). En ese sentido, hay que señalar que aún queda territorio estatal por explorar, sobre todo la zona serrana en donde es probable que se registren nuevas especies debido a que aquí se encuentran los últimos remanentes de selva alta perennifolia del estado.

Distribución

El cuadro 3 muestra un resumen de los registros de reptiles en la entidad. Los primeros registros corresponden a los del naturalista tabasqueño José Narciso Rovirosa en el municipio Teapa en 1887. La zona mejor representada en riqueza de especies de reptiles es la provincia de la Llanura Costera del Golfo Sur, donde se tiene la mayor parte de las colectas; para la provincia

Cuadro 1. Composición taxonómica para el grupo de reptiles y su representatividad a escala nacional.

Grupo	México[1]	Tabasco[2]			(%)
	Especies	Familias	Géneros	Especies	
Anfisbénidos	3	0	0	0	0.0
Cocodrilos	3	1	1	2	66.7
Saurios	417	11	19	37	8.9
Serpientes	393	8	46	58	14.8
Tortugas	48	6	7	9	18.8
Total	**864**	**26**	**73**	**106**	**12.3**

Nota: para México se registran 40 familias, 159 géneros y 864 especies.

Fuente: [1]Flores-Villela y García-Vázquez 2014, [2]Barragán-Vázquez y Johnson 2005, Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART), Barragán-Vázquez 2007, Barragán-Vázquez *et al.* 2004a, b.

Figura 1. Culebra guardacaminos o basurera (*Conophis lineatus*). Nuevo registro para el estado. Foto: María del Rosario Barragán Vázquez.

Figura 2. Lagartija espinosa de Lundell (*Sceloporus lundelli*). Nuevo registro para el estado. Foto: María del Rosario Barragán Vázquez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Comparación de la riqueza de especies de reptiles con otros estados de la república mexicana.

Estado	Familias	Géneros	Especies	Referencia
Chiapas	30	99	324	Reynoso *et al.* 2011
Oaxaca	29	99	245	Casas-Andreu *et al.* 2004
Veracruz	28	98	220	Morales-Mávil *et al.* 2011
Tabasco	26	73	106	Barragán-Vázquez y Johnson 2005

Cuadro 3. Trabajos hechos acerca de la riqueza de reptiles en el estado.

Referencia	Especies registradas	Localidad	Comentarios
Rovirosa 1887	34	Municipio Teapa	José Narciso Rovirosa formó la primera colección
Smith y Taylor 1945, 1950	66	Tabasco	Citadas en la obra monumental sobre la herpetofauna de México
Smith 1960	36	En los alrededores de la ciudad de Teapa	Estos registros fueron colectados por Thatcher y se encuentran en el Museo de Historia Natural de la Universidad de Illinois y el Museo de Zoología, en el estado de Louisiana
Flores-Villela y Gerez 1994	46	Tabasco	Especies reportadas como endémicas a Mesoamérica
Herrera-Gallegos 1999	52	Tabasco	Corresponden a 276 ejemplares resguardados en nueve colecciones científicas en los Estados Unidos
Romero *et al.* 1999	68	Municipios Centla, Jonuta y Macuspana	Colectados en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla
Bolón 2002, Triana-Ramírez 2007, Barragán-Vázquez 2007, y Guzmán-Nieto 2011	63	En los municipios Macuspana, Tenosique, Huimanguillo, Tacotalpa y Teapa	Colectados en áreas naturales protegidas en la región Sierra del estado

Sierras de Chiapas y Guatemala aún quedan varias localidades por explorar, aunque existen registros de todos los municipios que comprende (Tenosique, Huimanguillo, Teapa, Tacotalpa y Macuspana). Los hábitats donde se han realizado colectas son variados, aunque dominan las zonas con vegetación secundaria (acahuales), zonas bajas (humedales) y varios tipos de selva (alta y mediana perennifolia, espinosa, entre otras). En la vegetación secundaria se ha documentado la mayor cantidad de especies en comparación con otros hábitats; es probable que esto sea consecuencia de una tendencia en las colectas porque este hábitat ocupa más superficie en el estado. En este tipo de vegetación se encuentran acahuales de distintas edades y fisonomías, los más antiguos (10 a 20 años) aún conservan elementos de la selva mediana perennifolia (Hernández-Trejo 1992) lo que permite que haya diversos microhábitats con condiciones para distintas especies. Otro factor que influye es la ubicación, muchos de estos parches colindan con áreas de selva mediana perennifolia y diversos agrosistemas, con lo que se crean zonas de transición o ecotonos, que permiten a las especies moverse con relativa facilidad entre ellos en busca de recursos alimenticios.

Importancia ecológica, económica y cultural

Los reptiles constituyen un grupo importante, ya que su estudio integral ha permitido entender muchos procesos evolutivos de los vertebrados. En el ecosistema, gran parte de su importancia biológica consiste en que, al alimentarse de insectos, estos son un control biológico que mantiene el equilibrio de una sobrepoblación que podría afectar a otros animales y plantas. A su vez, los reptiles son presa de otras especies de mamíferos y aves, incluso de otros reptiles, especialmente cuando son jóvenes (Núñez 2008). Las serpientes son buenas controladoras de roedores, ya que evitan que se conviertan en plaga. Por su parte, los cocodrilos son el depredador tope de la cadena trófica: regulan la población de sus presas, ayudan a la redistribución y reciclaje de nutrientes y mantienen la biodiversidad al abrir canales para desplazarse de un lugar a otro, lo que favorece la movilidad de otros animales (Cedeño-Vázquez 2011). En el caso de las iguanas, éstas se alimentan de tallos, hojas y frutos de las partes altas de los árboles, lo que favorece la germinación de las semillas al paso del tracto digestivo y ayudan a su dispersión (Benítez-Malvido *et al.* 2003).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los reptiles fueron los primeros vertebrados que se adaptaron al medio terrestre; y el estudio de su anatomía y fisiología ha permitido avances y aplicaciones en otros campos de la ciencia, como la medicina. La caracterización de los venenos de las serpientes, además de permitir la producción de antivenenos, se ha aplicado a padecimientos del ser humano; en la familia Viperidae se han identificado proteínas de bajo peso molecular que podrían tener aplicación potencial en enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer (Sánchez 2004).

En Tabasco el uso tradicional de los reptiles está enfocado al grupo de las tortugas, principalmente en la gastronomía; una gran proporción de la población mantiene una acentuada tradición por el consumo de esta carne, especialmente en la cuaresma, aunque también existe el gusto por la iguana verde (*Iguana iguana*) y en menor proporción por los cocodrilos. Se sabe que en las comunidades rurales hay gran aprecio por la carne de las tortugas y, en algunos municipios de la zona costera, por la iguana verde (Barragán-Vázquez y Bayona 2012).

Otros usos son el ceremonial, en la medicina y, en general, en la cosmogonía. En muchos casos se establece un antagonismo tácito entre el humano y los reptiles, especialmente con las serpientes, ya que existen mitos que con frecuencia expresan el temor o repugnancia hacia este grupo (figuras 3 y 4) (Comas *et al.* 1998).

Figura 4. Bejuquilla (*Drymobius margaritiferus*), confundida frecuentemente como serpiente venenosa. Foto: Erick Hernández Estañol.

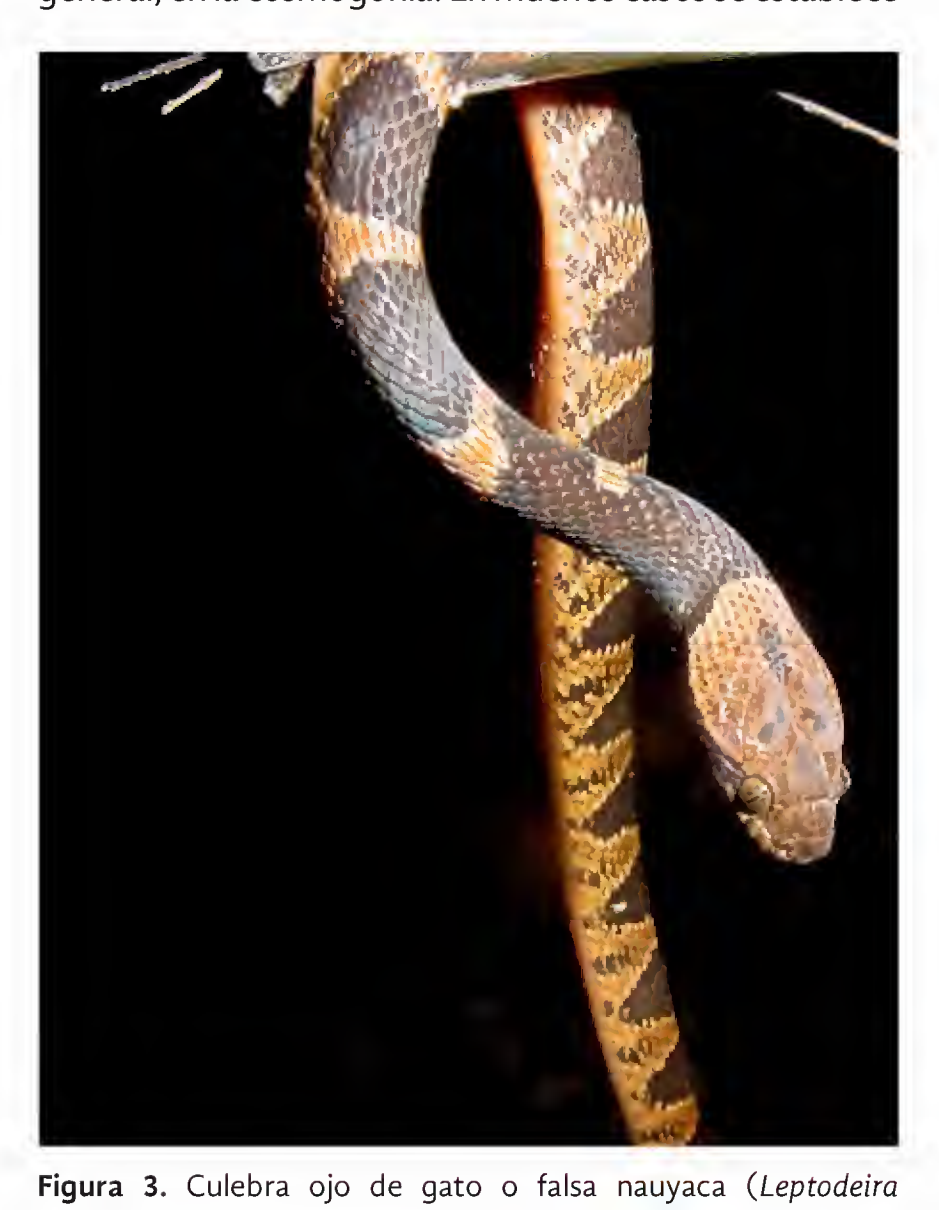


Figura 3. Culebra ojo de gato o falsa nauyaca (*Leptodeira frenata*) confundida frecuentemente como serpiente venenosa. Foto: María del Rosario Barragán Vázquez.

Los reptiles han tenido una función preponderante en la mitología y en la religión en diversas culturas de los pueblos indígenas. Entre los reptiles, las serpientes son el grupo al que más se le adjudica cualquier tipo de mitos, deidades o expresiones artísticas (Lee 1996).

Las tortugas, cocodrilos y lagartijas también aparecen en gran variedad de contextos. En la zona arqueológica de Comalcalco, uno de los asentamientos prehispánicos de más relevancia en la parte occidental del área maya, la mayor cantidad de restos de fauna encontrados pertenecen a reptiles, principalmente de tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), hicotea (*Trachemys scripta*), pochitoque (*Kinosternon leucostomun*) y cocodrilo (*Crocodylis moreletii*), con una representatividad de 13 936 piezas. Se piensa que fueron utilizados como ofrendas funerarias, objetos decorativos, para simbolizar a la muerte o como parte importante de la dieta alimenticia debido a la cantidad de restos quemados registrados (Hernández-Sastre 1997).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

A través de la historia, la percepción del ser humano sobre los reptiles ha estado influenciada por su bagaje cultural, lo que hace que algunos animales sean atractivos y, por tanto, se les quiera proteger y tener como mascotas; en cambio, los que se asocian con cosas malas o perjudiciales se quieren destruir (Pough *et al*. 2004). Esto no es diferente en Tabasco, especialmente en el campo, pues se les da muerte a las serpientes sin importar si son venenosas o no. Por otro lado, en algunas rancherías del municipio Teapa, los ancianos hacen referencia a una culebra parecida a la boa que emerge de la tierra cuando inician las lluvias y después de quitarse el lodo "se aleja volando", lo que relacionan con abundantes lluvias.

Situación y estado de conservación

La Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010) incluye 38 especies en alguna categoría de protección, esto es 35.8% para el grupo de reptiles en la entidad. La categoría con más especies incluidas es la sujeta a protección especial (Pr) con 24 (22.6%), seguida por la categoría de amenazadas (A) con 12 (11.3%) y finalmente, en peligro de extinción (P) con dos especies (1.9%; apéndice 28). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) registra 57 especies (53.8%): tres en la categoría vulnerable (VU; *Anolis barkeri, Crocodylus acutus* y *Xenosaurus grandis*); 48 en preocupación menor (LC), cinco en la categoría de casi amenazada (NT), y la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) en peligro crítico (CR; apéndice 28). CITES considera al cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el Apéndice I y al cocodrilo de Morelet (*C. moreletii*), la boa constrictora (*Boa constrictor*), iguana verde (*Iguana iguana*) y la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) en el Apéndice II (CITES 2015); en total, son 73 especies de reptiles del estado (68.9%) que se encuentran en alguna categoría de protección; (figuras 5 a 8).

Amenazas

Los principales factores que han determinado la disminución constante de las poblaciones de reptiles están relacionados con el deterioro del hábitat natural por actividades antropogénicas, la introducción de especies exóticas y el tráfico ilegal (Polisar 1994, Casas-Andreu 1995), las cuales se describen a continuación.

Figura 5. *Dermatemys mawii* especie considerada en peligro de extinción por la NOM-059, en peligro critico por la UICN y en el Apéndice II de la CITES. Foto: Marco Antonio Torrez Pérez.

Figura 6. *Claudius angustatus* especie considerada en peligro de extinción por la NOM-059 y casi amenazada por la UICN. Foto: Marco Antonio Torrez Pérez.

Deterioro del hábitat natural por actividades antropogénicas

La deforestación causada por las actividades antropogénicas es responsable de que sea afectado más de 80% de las especies de reptiles que se distribuyen en la zona tropical (Pough *et al*. 2004). Este proceso acarrea otras consecuencias, como la fragmentación del hábitat que a su vez provoca el aislamiento de las poblaciones, pérdida de suelos, cambio en las condiciones microclimáticas, entre otras. En el caso de los cocodrilos, la modificación, pérdida y degradación de los humedales para el uso y aprovechamiento humano ha sido un factor

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. *Boa constrictor* especie considerada amenazada por la NOM-059 y enlistada en el Apéndice II de la CITES. Foto: Erick Hernández Estañol.

Figura 8. *Crocodylus moreletii* especie sujeta a protección especial por la NOM-059, en preocupación menor por la UICN y enlistada en el Apéndice II por CITES. Foto: Marco Antonio Torrez Pérez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

importante que les impacta (López-Luna *et al.* 2011). Otras amenazas son la contaminación del suelo y agua por la industria petrolera, las actividades agrícolas y las alteraciones en el flujo hidráulico que, en años recientes, ha causado grandes afectaciones en la entidad (López-Luna *et al.* 2006). Tal es el caso de la tortuga *Dermatemys mawii*, la cual tiene un ciclo de vida largo, vive en ríos caudalosos, presas y lagos de agua clara de clima tropical lluvioso y con abundante vegetación acuática y emergente alrededor (Ureña-Aranda 2007), por lo que la contaminación de los cuerpos de agua por actividades agrícolas, industria petrolera y asentamientos humanos representan una seria amenaza para la sobrevivencia de esta especie. El crecimiento de la población humana también representa una severa amenaza, debido a que incrementa la demanda de servicios y recursos, se reduce el espacio y disminuye la calidad del hábitat para los reptiles.

Introducción de especies exóticas

Las actividades del ser humano han introducido especies exóticas de manera intencional o no intencional desde tiempos antiguos. Una especie exótica es aquella que es transportada por medios naturales (vientos, huracanes, tormentas o corrientes marinas), o por actividades humanas fuera de su área de distribución natural, lo que amenaza los hábitats naturales o seminaturales que invade (Comité Nacional sobre Especies Invasoras 2010); por ejemplo, la tortuga japonesa (*Trachemys scripta elegans*) que se distribuye de manera natural en Estados Unidos y norte de México. En Tabasco esta tortuga es popular como mascota y por esta vía ha sido liberada al medio silvestre en el que compite y se reproduce con especies nativas. Otro caso de especie invasora es la cuija o escorpión (*Hemidactylus frenatus*), adaptada a los ambientes urbanos y considerada prioritaria para actuar de forma urgente de acuerdo con la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009, Comité Nacional sobre Especies Invasoras 2010).

Tráfico ilegal

Otra amenaza para los reptiles en Tabasco es el comercio ilegal con fines de alimento y pieles, principalmente de cocodrilos, de tortugas de agua dulce, serpientes e iguanas. Por ejemplo, el consumo de la carne de tortuga blanca es muy atractivo en toda el área de su distribución natural, lo que hace que alcance precios elevados (500 pesos una tortuga blanca) e incremente la tasa de captura (Méndez-Sánchez 2012). También hay un creciente mercado de mascotas, de lagartijas, boas y de iguana verde; sin embargo, no existen cifras que determinen una taza de extracción.

Oportunidades o acciones de conservación

Una importante estrategia para conservar especies en alguna categoría de protección son las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). En Tabasco existen al menos 13 UMA registradas que trabajan con alguna especie de reptil, y precisamente en éstas se han realizado esfuerzos exitosos de reproducción de tortugas de agua dulce, cocodrilo e iguana verde. Las áreas de reserva son otra opción para conservar el hábitat natural de los reptiles; 15.3% del territorio del estado está protegido en alguna de las categorías que maneja la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEDESPA 2005). Esta superficie es ínfima; sin embargo, se continúan haciendo esfuerzos para incorporar otros hábitats, como el más reciente decreto, que se llevó a cabo en 2008 y trata de la protección de flora y fauna en el Cañón del Usumacinta, el cual abarca selva perennifolia, selva espinosa y vegetación hidrófila (SIMEC 2008).

Conclusión y recomendaciones

Las acciones de conservación de las especies dependen no sólo del grado de amenaza o de riesgo que enfrenten, sino también de los recursos que las sociedades quieran invertir para que esto suceda. Es importante hacer una jerarquización lo más objetiva posible en el ámbito social, científico, político y financiero para dirigir esfuerzos y acciones hacia la conservación de las especies de reptiles; hay que recordar que se tiene la responsabilidad de cuidar el patrimonio natural de México.

Es imperativo incrementar el conocimiento acerca de la biología y el tamaño de las poblaciones, particularmente de aquellas que están en alguna categoría de conservación. Esta información permitirá tener elementos para elaborar estrategias y tomar

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

decisiones encaminadas a su sustentabilidad a corto y mediano plazo.

Más de la mitad de la riqueza de especies de reptiles de Tabasco se encuentra en alguna categoría de protección. Este hecho merece especial atención para ocuparse de su conservación, varias de estas especies desempeñan una función importante dentro del hábitat, tienen un valor comercial nacional e internacional y tienen representatividad en la vida de las personas por distintas razones (cultural, religiosa, medicinal, entre otras); por lo que es importante desarrollar acciones de conservación y manejo de las poblaciones para que sean exitosas.

Aún es importante continuar con el inventario de especies de la zona serrana del estado en donde quedan sitios por explorar, principalmente aquellos de difícil acceso con pendientes pronunciadas en los municipios Huimanguillo y Tacotalpa, y algunos ecosistemas en la zona costera, como los manglares. Esto también incluye completar los inventarios con estudios sistemáticos en las 13 áreas naturales protegidas de la entidad.

Es esencial llevar a cabo trabajos poblacionales de especies con hábitats restringidos o en alguna categoría de protección; por ejemplo, de la lagartija de Lundell (*Sceloporus lundelli*), que por su hábito arborícola puede encontrarse a 20 m de altura o más, lo que hace difícil su estudio y la deforestación constituye una seria amenaza para sus poblaciones (Lee 1996); el anolis arroyero (*Anolis barkeri*) es una especie catalogada como vulnerable por la UICN y en protección especial por la NOM-059, la cual se encuentra en elevaciones moderadas asociada a ríos, arroyos, cascadas, en sitios poco impactados y no es tolerante a los disturbios (Flores-Villela *et al.* 2007); o la lagartija *Xenosaurus grandis* que, en general, presenta poblaciones pequeñas en varias localidades de distribución, además el hábitat está siendo severamente afectado poniendo en peligro la existencia de la especie (Nieto-Montes de Oca 1999, Lemos-Espinal 2003). Todo esto sólo por mencionar algunos casos en los que es necesario estudiar la estructura y dinámica poblacional, información básica para cualquier acción de conservación.

Por otro lado, deben emprenderse acciones serias y contundentes para regular la contaminación principalmente del agua y suelos en el estado, debido a que cinco especies de tortugas dulceacuícolas que aparecen en las categorías de peligro crítico y casi amenazada tienen hábitos acuáticos, además de que se encuentran bajo presión por sobreexplotación y tráfico ilegal. De no tomarse acciones concretas puede ponerse en peligro su sobrevivencia, y la de especies asociadas que aparecen en alguna otra categoría de protección.

Referencias

Aguirre-Muñoz, A., R. Mendoza-Alfaro *et al.* 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 277-318.

Barragán-Vázquez, M.R. 2007. *Análisis ecológico de la comunidad de anfibios y reptiles de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias ambientales. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Barragán-Vázquez, M.R., L. Canseco-Márquez y O. Flores-Villela. 2004a. *Sceloporus lundelli* (Lundell's spiny lizard) geographic distribution. *Herpetological Review* 35:188.

Barragán-Vázquez, M.R., I.M. Castillo- Sánchez y J.R. Frías-Aguilar. 2004b. *Conophis lineatus* (Road guarder) Geographic Distribution. *Herpetological Review* 35:82-83.

Barragán-Vázquez, M.R. y J.D. Johnson. 2005. Listado taxonómico de los anfibios y reptiles de Tabasco. México (inédito).

Barragán-Vázquez, M.R. y M. del C. Bayona. 2012. Valoración de la iguana verde (*Iguana iguana*) en los Camellones Chontales, Nacajuca, Tabasco. En: *VIII Congreso Mexicano de Etnobiología*. Villahermosa.

Benítez-Malvido, J., E. Tapia, I. Suazo *et al.* 2003. Germination and seed damage in tropical dray forest plants ingested by iguanas. *Journal of Herpetology* 37:301-308.

Bolón, L.J. 2002. Comparación de la herpetofauna de cuatro comunidades de la sierra de Huimanguillo, Tabasco. En: *Resúmenes de la VII Reunión Nacional de Herpetología*. Guanajuato.

Casas-Andreu, G. 1995. Los cocodrilos de México como recurso natural. Pasado, presente y futuro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 46:153-162.

Casas-Andreu, G., F.R. Méndez-de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y Reptiles. En: *Biodiversidad de Oaxaca*. A.J. García-Mendoza, M. de J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología-UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/WWF, México, pp. 375-390.

Cedeño-Vázquez, J.R. 2011. El cocodrilo recurso milenario. En: *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

conservación, Tomo I. C. Pozo, N. Armijo-Canto y S. Calmé (eds.). ECOSUR/CONABIO/Gobierno del Estado de Quintana Roo/Programa de Pequeñas Donaciones, México, pp. 234-238.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I, II y III. En: ‹*http://www.cites.org/esp/app/appendices.php*›, última consulta: 1 de junio de 2015.

Comas, H.A., P. Sánchez M., V. Soto A. y A. Torres A. 1998. Estudio etnozoológico sobre las serpientes en comunidades de la sierra de Huimanguillo, Tabasco, México. En: *V Reunión Nacional de Herpetología*. Xalapa.

Comité Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. CONABIO/CONANP/SEMARNAT, México.

Flores-Villela, O.A. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. UNAM/CONABIO, México.

Flores-Villela, O., M.A. López-Luna y R. Calderón-Mandujano. 2007. *Anolis barkeri*. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. En: ‹*www.iucnredlist.org*›, última consulta: 6 de julio de 2012.

Flores-Villela, O. y U.O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:467-475.

Guzmán-Nieto, L.A. 2011. *Herpetofauna de dos áreas ecoturísticas con diferente grado de perturbación en el Parque Estatal la Sierra, Tacotalpa, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Villahermosa.

Hernández-Sastre, R. 1997. *Análisis del material arqueozoológico procedente de las excavaciones de la zona arqueológica de Comalcalco, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Hernández-Trejo, H. 1992. *P. H. Boca del Cerro. Fauna de la cuenca del Usumacinta*. Subdirección Técnica-Comisión Federal de Electricidad, México.

Herrera-Gallegos, J.M. 1999. *Estudio museográfico de la herpetofauna de Tabasco, México*. Tesina de licenciatura en biología. UJAT, Villahermosa.

Lee, J. 1996. *The amphibians and reptiles of Yucatán peninsula*. Comstock Publishing Associaiton, Nueva York.

Lemos-Espinal, J.A. 2003. *Xenosaurus grandis*. Fichas diagnósticas para 10 especies de anfibios y reptiles mexicanos. Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W002. México.

López-Luna, M.A., J. Rangel-Mendoza, E. Cázares-Hernández y E. Moguel-Ordóñez. 2006. Herpetofauna de zonas inundables influidas por actividades hidráulicas en Tabasco, México. En: *Resúmenes de la IX Reunión Nacional de Herpetología*. Monterrey.

López-Luna, M.A., M.G. Hidalgo-Mihart y G. Aguirre-León. 2011. Descripción de los nidos del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en un paisaje urbanizado en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana* 27:1-16.

Méndez-Sánchez, C.A. 2012. Investigador de la UJAT. Comunicación personal, julio.

Morales-Mávil, J.E., S. Guzmán-Guzmán, L. Canseco-Márquez *et al.* 2011. Reptiles: diversidad y conservación. En: *Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado, Tomo II*. CONABIO/Gobierno del Estado de Veracruz/Universidad Veracruzana/Instituto de Ecología A. C., México, pp. 531-544.

Nieto-Montes de Oca, A. 1999. Sistemática y biogeografía del género *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae). Facultad de Ciencias-UNAM. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H245. México.

Núñez, H. 2008. Reptiles. En: *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos*. A. Saball, M.T.K. Arroyo, J.C. Castilla *et al.* (eds.). Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, pp. 282-287.

Polisar, J. 1994. New legislation for the protection and management of *Dermatemys mawii* in Belize, Central America. *Herpetological Review* 25:47-49.

Pough, F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle *et al.* 2004. *Herpetology*. Prentice Hall, Nueva Jersey.

Reynoso, V.H., R. Paredes-León y A. González-Hernández. 2011. Anfibios y reptiles de Chiapas con comentarios sobre los reportes y estudios de diversidad herpetofaunística en la región, su endemismo y conservación. En: *Chiapas: estudios sobre su diversidad biológica*. F.N. Álvarez (coord.). UNAM, México, pp. 459-509.

Romero-Gil, J.C., A. García-Muñiz, C.A. Bautista-Jiménez. y P.H. Pérez-Alejandro. 1999. Caracterización de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia* 15:15-28.

Rovirosa, J.N. 1887. Apuntes para la zoología de Tabasco. Vertebrados observados en el territorio de Macuspana. *La Naturaleza* 7:345-389.

Sánchez, E.E. 2004. Desintegrinas en venenos de serpientes: un nuevo enfoque en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes. *Revista de la Facultad de Medicina (Caracas)* 27(1):10-14.

SEDESPA. Secretaría de Desarrollo Social y Protección al Medio Ambiente. 2005. Áreas naturales protegidas de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SIMEC. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación. 2008. Ficha general del área natural protegida. CONANP, México.

Smith, H.M. 1960. Herpetozoa from Tabasco. *Herpetologica* 16:222-223.

Smith, H.M. y E.H. Taylor. 1945. Annotated checklist and key to the snakes of México. *Bulletin of the United States National Museum* 187:1-239.

——. 1950. Annotated checklist and key to the reptiles of Mexico, exclusive of the snakes. *Bulletin of the United States National Museum* 199:1-253.

Triana-Ramírez, D.I. 2007. *Estudio de la comunidad de serpientes del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. En: ‹*http://www.iucnredlist.org*›, última consulta: 17 noviembre de 2014.

Ureña-Aranda, C.A. 2007. *Evaluación del hábitat de la tortuga blanca (Dermatemys mawii, Gray 1847) en humedales de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz*. Tesis de maestría en manejo de fauna silvestre. Instituto de Ecología A.C., Xalapa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aves

Stefan Louis Arriaga Weiss, Juana Lourdes Trejo Pérez y Juan Manuel Koller González

Descripción

Las aves (del latín *avis* = pájaro) son el segundo grupo de vertebrados más diverso después de los peces, e incluyen gran variedad de formas y tamaños que van desde los diminutos colibríes hasta las gigantescas avestruces. Su principal característica es la presencia de plumas, rasgo que no comparte con ningún otro grupo de animales. Otra característica notable en las aves es la migración de varias especies en todo el planeta como estrategia para su sobrevivencia.

Las aves tienen su origen en los reptiles que existieron en los primeros años de la era mesozoica (hace aproximadamente 245 a 213 millones de años), a partir de entonces se diferenciaron hasta dar formas con características reptilianas y presencia de plumas. El primer registro conocido de este tipo es un fósil muy famoso de la época jurásica, al que se le dio el nombre de *Archaeopteryx*.

Las aves actuales se dividen en dos grupos: Paleognathae, las más antiguas y primitivas que han perdido la capacidad del vuelo y generalmente son buenas corredoras, como avestruces, emus y ñandúes; y Neognathae, también llamadas aves modernas, que son la mayoría de las especies actuales (Gill 2006).

Diversidad

En el mundo se han registrado cerca de 9 271 especies y están distribuidas en 27 órdenes (CONABIO 2011). El orden de los Passeriformes es el más abundante y diverso, con poco más de la mitad de la especies (5 266 aproximadamente) distribuidos en 59 familias (Gill 2006).

La avifauna mexicana se considera como una de las más importantes en el mundo y ocupa entre el décimo y décimo segundo lugar por el número de especies reportadas, que son entre 1 076 (González-García y Gómez de Silva 2003) y 1 087 (AOU 1998). La diversidad está comprendida en 471 géneros, 87 familias y 22 órdenes. De estas aves, aproximadamente 338 especies son migratorias que proceden de Estados Unidos y Canadá, y pasan más de la mitad del año en territorio mexicano. Un aspecto que resalta la importancia de la avifauna mexicana es su alto endemismo (aves con distribución exclusiva en el país), que suman 104 especies (10% del total de las aves mexicanas; González-García y Gómez de Silva 2003).

En Tabasco se han registrado 495 especies de aves (Chable-Santos *et al.* 2005; apendice 29), lo que equivale a casi 50% de la avifauna mexicana. En el contexto nacional, el estado ocupa el lugar 14 en cuanto a riqueza de especies, y destaca por el gran tamaño y diversidad de sus poblaciones de aves acuáticas, así como por las más de 100 especies migratorias que permanecen parte del año en la entidad.

Distribución

Las aves se encuentran en toda la entidad, aunque predominan en tres ambientes: humedales, zonas abiertas y regiones montañosas.

Avifauna de humedales

Los humedales son ambientes comunes en la llanura costera que albergan gran cantidad de aves terrestres y acuáticas, entre ellas depredadoras de especies acuáticas o filtradoras de sedimentos que anidan en la vegetación acuática, ribereña, en playas o que pernoctan en las islas de vegetación. Los humedales

Arriaga-Weiss, S.L., J.L. Trejo Pérez y J.M. Koller González. 2019. Aves. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 311-318.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de Tabasco están bien representados dentro de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, uno de los más importantes a nivel internacional y uno de los más extensos de Norteamérica y de Mesoamérica (CONANP 2011). Aquí se han registrado 218 especies de aves (Arriaga-Weiss y Escobar-Padilla 1999), entre estas garzas diurnas como el garzón blanco (*Ardea alba*, figura 1) que destaca por su gran tamaño, y el garzón azulado (*A. herodias*), así como garzas nocturnas como el mirasol lentiginoso (*Botaurus lentiginosus*), y coroniclara (*Nyctanassa violacea*, figura 2), además del pato zambullidor (*Podilymbus podiceps*), el carao (*Aramus guarauna*, figura 3),y el bolsero de Altamira (*Icterus gularis*, figura 4).

En los pequeños cuerpos de agua son comunes las aves playeras y vadeadoras, entre éstas el playerito alzacolita (*Actitis macularius*) y la avoceta piqui recta (*Himantopus mexicanus*). En las orillas puede observarse la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), la cual es una especie introducida, el joíto (*Butorides virescens*, figura 5), el cormorán o pato buzo (*Phalacrocorax brasilianus*), el martín pescador alción (*Megaceryle alcyon*), y aves rapaces como el halcón fajado (*Falco femoralis*) o el aguililla caminera (*Rupornis magnirostris*).

Figura 1. Garzón blanco (*Ardea alba*). Foto: Juan Manuel Koller González.

En los manchones de selva baja subperennifolia de tinto (*Haematoxylon campechianum*) de la planicie tabasqueña habitan colibríes como las amazilias

Figura 2. Garza nocturna coroniclara (*Nyctanassa violacea*). Foto: Juan Manuel Koller González.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

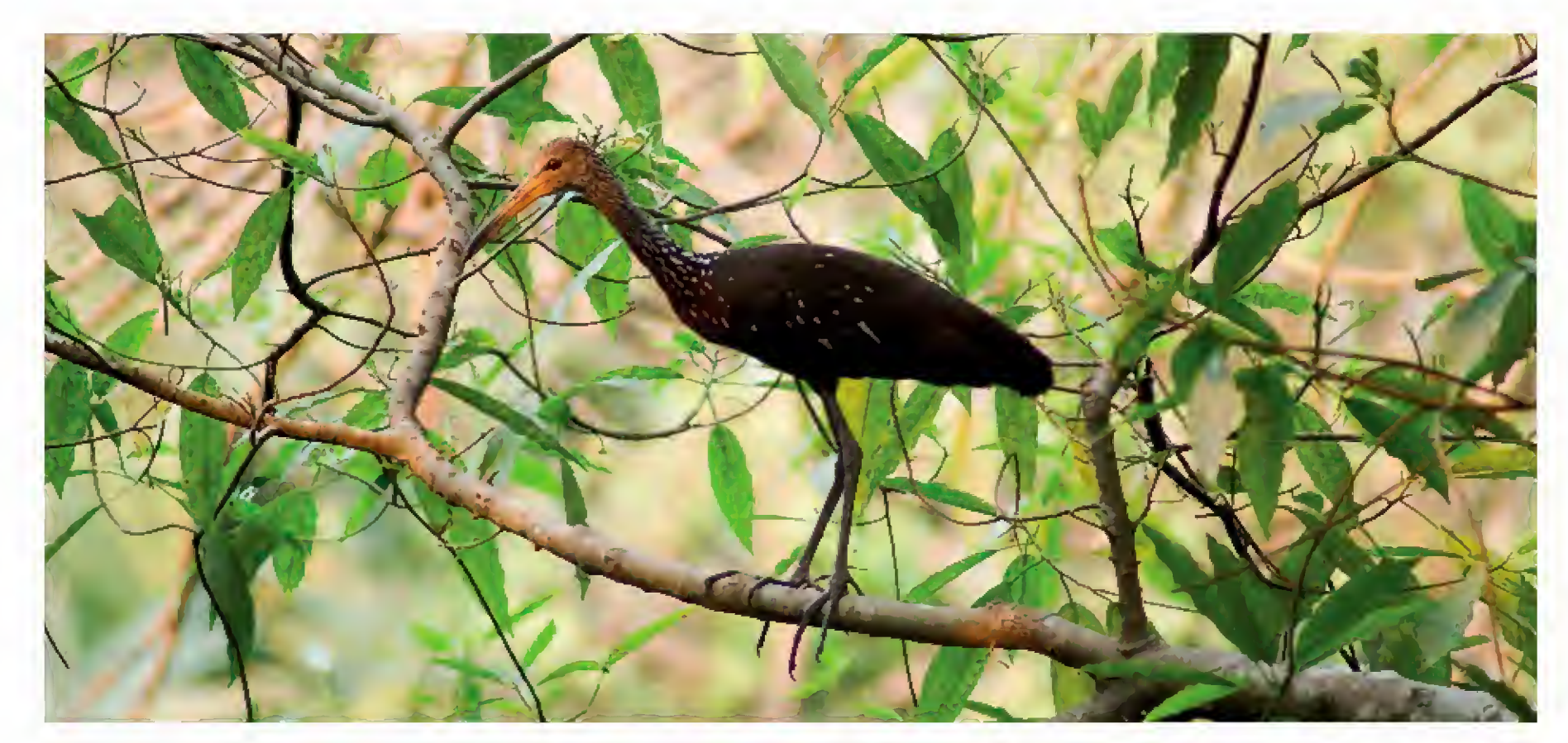


Figura 3. Carao (*Aramus guarauna*). Foto: Juan Manuel Koller González.

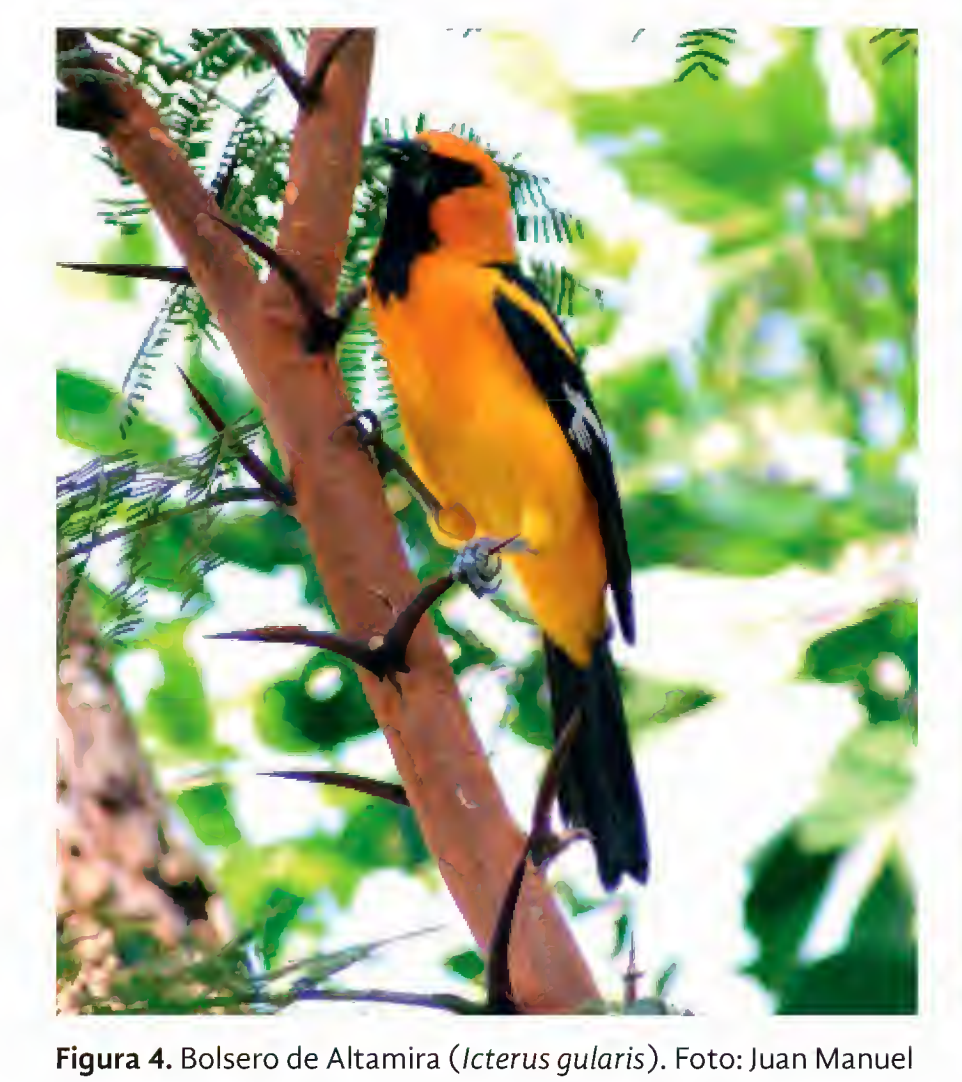


Figura 4. Bolsero de Altamira (*Icterus gularis*). Foto: Juan Manuel Koller González.

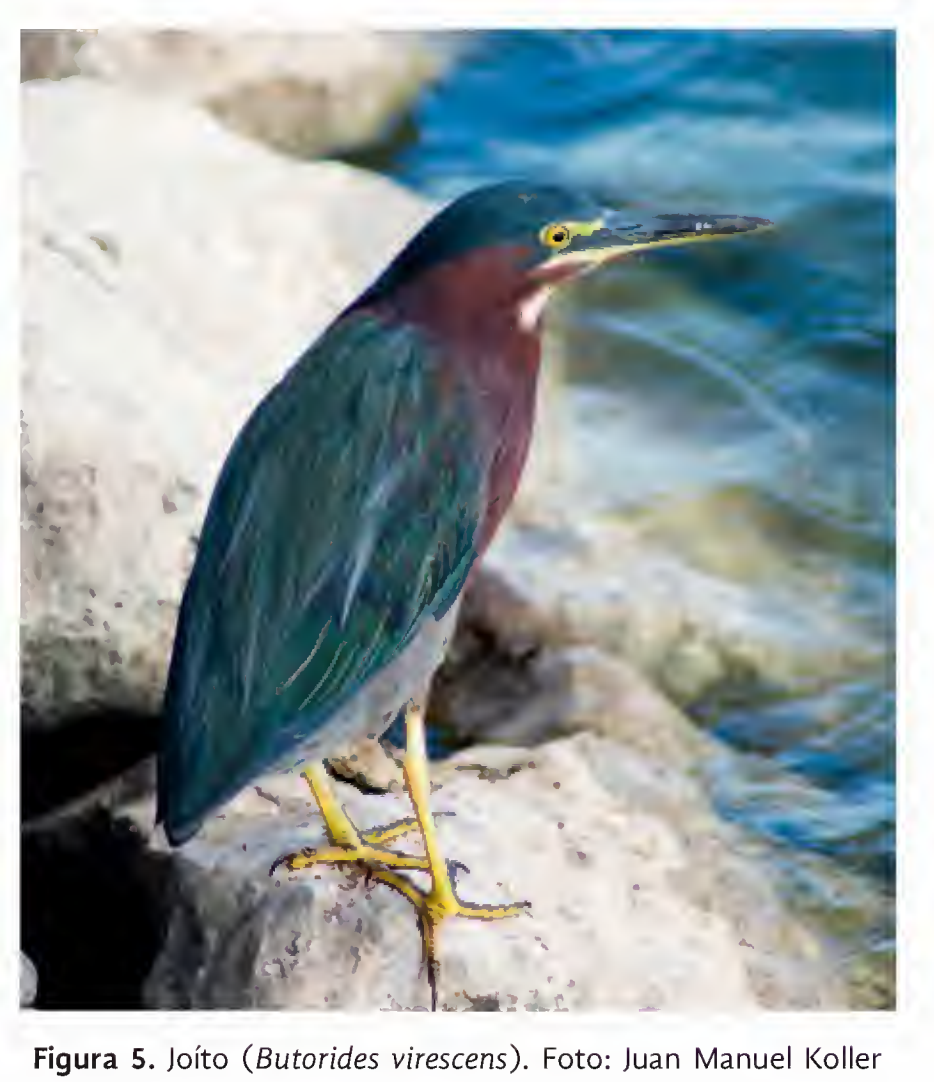


Figura 5. Joíto (*Butorides virescens*). Foto: Juan Manuel Koller González.

(*Amazilia candida* y *A. beryllina*); otras más se posan sobre los cercos vivos como el cola de tijera (*Tyrannus savana*) y el cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), o sobre los cables de los postes de luz como la golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), y las que vuelan en parvadas o sobre el camino como la tortolita común (*Columbina talpacoti*) y tortolita grisácea (*C. passerina*).

En el interior de los manglares se observan aves pequeñas, muchas de ellas migratorias como los chipes (*Setophaga magnolia* y *S. citrina*), o aves de llamativo plumaje como la zebrita (*Mniotilta varia*), la tangara roja (*Piranga rubra*) y el azulejito (*Passerina cyanea*).

En los remanentes de selva alta perennifolia pueden verse aves de gran tamaño, entre ellas destaca el atila (*Attila spadiceus*), la zacua mayor (*Psarocolius montezuma*) y aves canoras como el troglodita (*Troglodytes aedon*), entre otras.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Avifauna de zonas abiertas

Las zonas abiertas (naturales o inducidas) son otro elemento conspicuo en todo el estado. Aquí la mayoría de las especies son generalistas; es decir, que utilizan una amplia gama de recursos y, en general, son poco vulnerables a los cambios ambientales (González-Valdivia *et al.* 2011). En las últimas décadas, la selva de Tabasco ha sido transformada severamente por las actividades antropogénicas y el crecimiento dramático de las zonas urbanas (Cálix *et al.* 1996), por lo que actualmente el paisaje dominante son zonas abiertas donde se pueden observar aves terrestres como zanates (*Quiscalus mexicanus*), tordos (*Agelaius phoeniceus*), cocopatos (*Eudocimus albus*), arroceritos (*Sporophila torqueola*) y tecolotes bajeños (*Glaucidium brasilianum*, figura 6). En cambio, en las áreas abiertas inundables son comunes los cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*), pijijes (*Dendrocygna autumnalis*), gallinas de agua (*Porphyrio martinicus*), entre otras (figura 7).

Figura 6. Tecolote bajeño (*Glaucidium brasilianum*). Foto: Juan Manuel Koller González.

Figura 7. Garza dedos dorados (*Egretta thula*, superior izquierda), gallina de agua (*Porphyrio martinicus,* centro-fondo), cercetas azules (*Spatula discors*) y pijijes (*Dendrocygna autumnalis*). Foto: Juan Manuel Koller González.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Avifauna de selva

El tercer elemento son las regiones montañosas con manchones de selva alta que contienen gran diversidad de aves, muchas consideradas en alguna categoría de riesgo (Arriaga-Weiss *et al.* 2003). Las actividades agropecuarias han reducido la superficie de selva en el estado a menos de 5%, y han quedado sólo remanentes en las cimas de los cerros y en sitios con pendientes muy pronunciadas, así como fragmentos de diferentes tamaños y grados de conservación, distribuidos principalmente en los municipios Tenosique, Balancán, Macuspana, Teapa, Tacotalpa, Cárdenas y Huimanguillo (Tudela 1989, Salazar-Conde *et al.* 2004).

A pesar de esto, se considera que en los remanentes de selva existen alrededor de 350 especies de aves (Arriaga-Weiss *et al.* 2003), lo que equivale a 70% del total de especies conocidas para Tabasco, el resto son migratorias. Las especies de residencia permanente en este tipo de vegetación son el hocofaisán (*Crax rubra*), las chachalacas (*Ortalis* spp.) y la primavera (*Turdus grayi*).

En el sotobosque (zona que se encuentra debajo de las copas de los árboles) habitan el mosquerito y el troglodita pecho manchado (*Pheugopedius maculipectus*), además de colibríes como el ermitaño pequeño (*Phaethornis longuemareus*). En cambio, en el dosel habita el tucán pico de canoa (*Ramphastos sulfuratus*), el trogón cabeza negra (*Trogon melanocephalus*, figura 8), la zacua mayor (*Psarocolius montezuma*), el mosquero real (*Onychorhynchus coronatus*), carpinteros (p.e. *Campephilus guatemalensis*), trepatroncos (p.e. *Lepidocolaptes souleyetti*), loros y pericos como el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) y el loro cabeza blanca (*Pionus senilis*), entre otros.

Importancia ecológica, económica y cultural

Las aves son un recurso importante para el desarrollo social y cultural, tanto por los servicios ecológicos que brindan (p.e. polinización, dispersión de semillas, control de plagas, indicadores ambientales) como por sus usos como alimento o mascotas, su valor para actividades recreativas y comerciales, así como su función en el arte, la educación, investigación, cultura y religión.

Por ejemplo, las aves acuáticas, tan abundantes en Tabasco por sus numerosos humedales, son indicadoras de la calidad del hábitat y representan un gran potencial como aves cinegéticas, aunque son pocas las que son utilizadas para tal fin. Algunas especies como el pijije (*Dendrocygna autumnalis* y *D. bicolor*) y algunos patos son utilizados para autoconsumo por varias comunidades rurales por la exquisitez de su carne. Entre las aves terrestres que son utilizadas como alimento están la chachalaca (*Ortalis vetula*) y palomas de diversas especies.

Por su parte, las aves de presa son un grupo con el potencial para practicar la cetrería (arte de cazar con aves rapaces) y aplicarla como control biológico, o su entrenamiento para espectáculos en los zoológicos.

Las aves también tienen valor cultural, ya sea formando parte de una leyenda o un cuento, en la música o en poemas. Un ejemplo para Tabasco es la canción-poema "El pajaral" en alusión a una isla con el

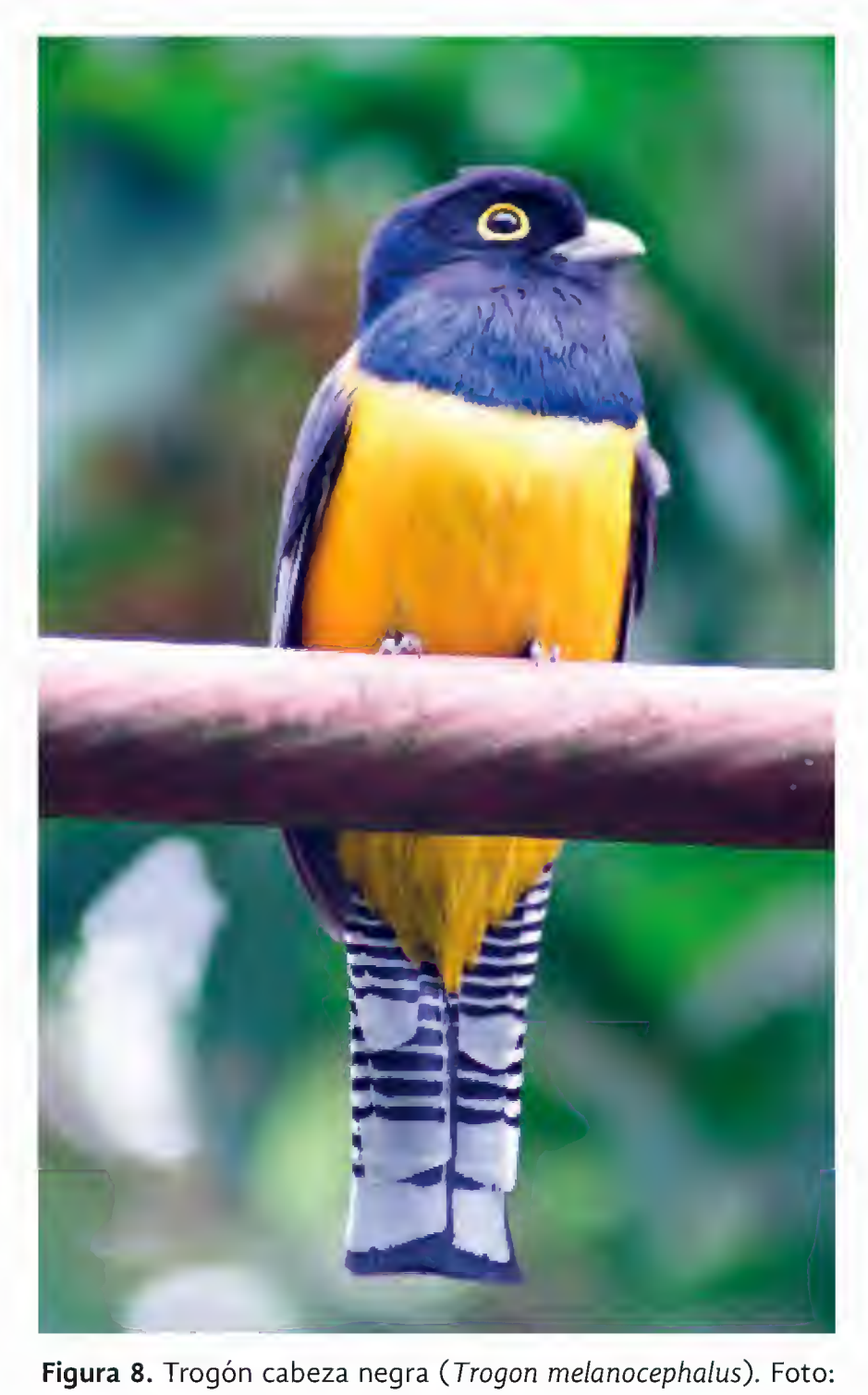


Figura 8. Trogón cabeza negra (*Trogon melanocephalus*). Foto: Juan Manuel Koller González.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mismo nombre en la laguna El Carmen; además, como en otras regiones del país, a los colibríes se les atribuye poderes afrodisíacos.

Situación y estado de conservación

Un alto porcentaje de las especies de aves se encuentran bajo algún estatus de vulnerabilidad. En el estado hay 119 especies de aves en alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que representa 24% del total de las especies registradas; 66 de ellas están sujetas a protección especial (Pr), 38 amenazadas (A) y 15 en peligro de extinción (P). Los órdenes con más cantidad de especies protegidas son Passeriformes y Accipitriformes, con 31 y 25 respectivamente (SEMARNAT 2010). Además en el estado se encuentran ocho de las 26 especies de psitácidos (loros, pericos y guacamayas) registrados para México, que forman un grupo de aves que, por decreto, están protegidas (apéndice 29; SEMARNAT 2000). Por su poca variación topográfica, homogeneidad climática y tamaño territorial, además de la relativa amplia movilidad de este grupo faunístico, Tabasco no presenta aves endémicas.

Amenazas

Las principales causas locales por las que la avifauna está en peligro son la destrucción y fragmentación del hábitat, sobre todo de los ecosistemas de selva mediana y alta perennifolia, la reducción de los humedales para ser transformados en zonas de pastoreo, la cacería con fines de subsistencia en el medio rural y la captura de aves con fines de ornato. En la entidad, las aves canoras y de ornato, principalmente la familia de los psitácidos (figuras 9 y 10), son un grupo muy importante para el estado; sin embargo, es frecuente el comercio legal y el ilegal. Estas aves son usadas como compañía y adorno, ya sea por sus hermosos cantos o por la belleza de su plumaje, por lo que representan una fuente de ingresos para muchos pobladores de escasos recursos. Desafortunadamente, es común que estas aves sean extraídas de su ambiente natural e introducidas en jaulas para posteriormente ser vendidas en los mercados más grandes de algunos municipios o bien, son ofrecidas para su venta a los automovilistas a las orillas de las carreteras.

Oportunidades y acciones de conservación

La principal fortaleza del estado para conservar las aves son 13 áreas naturales protegidas que comprenden 375 625.51 ha, lo que representa 15.2% de la superficie de Tabasco (SERNAPAM 2013). Asimismo, se encuentran tres áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA): Laguna de Mecoacán, Sierra de Tabasco y Pantanos de Centla (Arizmendi y Márquez 2000).

Figura 9. *Amazona albifrons.* Foto: Juan Manuel Koller González.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 10. *Amazona farinosa*. Foto: Juan Manuel Koller González.

Conclusión y recomendaciones

En el estado falta mucho por hacer respecto a este grupo: aún se carece de un inventario detallado de las aves de la región, ya que los existentes corresponden a zonas muy puntuales y aún quedan muchas localidades por estudiar. Por otra parte, existe poca información sobre aves marinas y aves acuáticas y se adolece de estudios de dinámica poblacional, estado de conservación de los hábitats en los que completan sus ciclos biológicos o sobre sus patrones de distribución y abundancia.

El impacto de las actividades agropecuarias sobre las poblaciones de aves, la extracción y derrames de petróleo, la explotación de bancos de grava y arena, la contaminación del agua por productos químicos industriales, el vertimiento indiscriminado de basura no biodegradable a los cuerpos de agua, los incendios naturales y producidos son eventos y actividades que han sido ampliamente documentados; sin embargo, aún hacen falta más estudios acerca de la vulnerabilidad de las especies ante los efectos de los asentamientos humanos, fragmentación del hábitat, uso, comercio, tráfico de individuos vivos o muertos, cambios en el uso del suelo, aves de cultivos, introducción de especies exóticas y construcción de obras de infraestructura. Por ejemplo, se conoce muy poco sobre la electrocución de aves en líneas de distribución de energía, así como de la mortandad por colisiones contra ventanas y edificaciones durante la época de migración. Toda esa información aportaría elementos para planificar acciones de conservación enfocadas a reducir los efectos nocivos de actividades antrópicas sobre la avifauna.

Por lo anterior, es necesario desarrollar estrategias de conservación, principalmente para las especies amenazadas y en peligro de extinción; además, es conveniente implementar medidas para controlar las poblaciones plaga como zanates y palomas. Para ello se requiere de la formación de recursos humanos especializados, así como incrementar el número de integrantes de la sociedad civil interesada en el estudio de las aves.

También es necesario implementar acciones específicas que tiendan a conservar especies de aves en

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sitios fuera de las áreas protegidas, sobre todo en ambientes transformados por actividades antropogénicas. Se recomienda, en particular, enfocar esos esfuerzos hacia aves acuáticas y de selva. Las primeras debido a su importancia a escala regional y nacional por la presencia de los humedales más extensos de la costa del golfo de México; y las segundas por el grave y continuo deterioro de los escasos manchones de selva que aún persisten en Tabasco.

Referencias

AOU. American Ornithologists' Union. 1998. *Checklist of North-American Birds*. AOU, Estados Unidos.

Arizmendi, M.C. y L. Márquez Valdemar (eds.). 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX)/CONABIO, México.

Arriaga-Weiss, S. y O.E. Escobar-Padilla. 1999. Composición y estructura de la ornitofauna de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L121, México.

Arriaga-Weiss, S., J.A. Hernández de la Cruz, R. Nuñez-Cuevas *et al*. 2003. Avifauna del Parque Estatal de la Sierra, Municipios de Tacotalpa y Teapa, Tabasco. Informe Final. SEDESPA/UJAT, México.

Cálix, H., A. Novelo y S.D. Koch. 1996. Vegetación de zonas inundables de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 12:28-40.

Chablé-Santos, J., P. Escalante-Pliego y G. López-Santiago. 2005. Aves. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). UNAM/CONABIO, México, pp. 261-282.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2011. Biodiversidad Mexicana. Especies. En: ‹*http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/cuantasesp.html*›, última consulta: 25 de febrero de 2011.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2011. Sitios RAMSAR. En: ‹*www.ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/3.pdf*›, última consulta: 25 de febrero 2011.

Gill, F. 2006. *Ornithology*. W. H. Freeman, Estados Unidos.

González-García, F. y H. Gómez de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: *Conservación de aves: experiencias en México*. H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (eds.). CIPAMEX/CONABIO/NFWF, México, pp. 150-194.

González-Valdivia, N., S. Ochoa-Gaona, C. Pozo *et al*. 2011. Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de Biología Tropical* 59(3):1433-1451.

Salazar-Conde, E., J. Zavala-Cruz, O. Castillo-Acosta y R. Cámara-Artigas. 2004. Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). *Investigaciones Geográficas* 54:7-23.

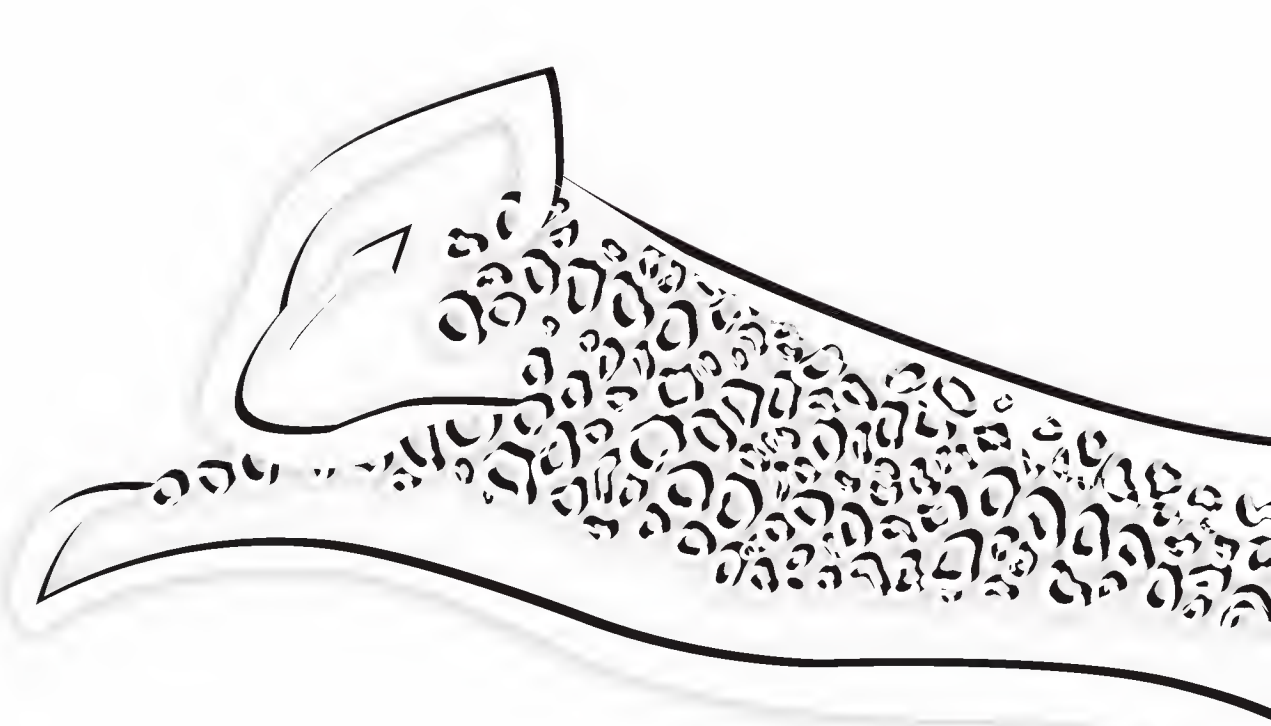
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SERNAPAM. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2013. Áreas naturales protegidas de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco. En: ‹*http://sernapam.tabasco.gob.mx*›, última consulta: 25 de julio de 2013.

Tudela, F. 1989. *Modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco: proyecto integrado del Golfo*. El Colegio de México, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: La avifauna de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla

Antonio Córdova Avalos y José Luis Alcántara Carbajal

Introducción

La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) es un área natural protegida ubicada en Tabasco, México. Fue declarada en 1992 (SEDESOL 1992) y forma parte de la Red Mundial de Reservas de la Biosfera del programa de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Es reconocida como área de importancia para la conservación de aves silvestres (AICA), como una de las 13 maravillas de México y forma parte del Patrimonio Mundial de la Humanidad.

En México, el mayor número de especies de aves se distribuye principalmente en Veracruz, Hidalgo, Tabasco, Oaxaca y Chiapas, estados que se caracterizan por tener tierras húmedas donde predomina la vegetación tropical.

La mayoría de las aves son fáciles de observar y, a escalas local y regional, son buenas indicadoras de la integridad de los ecosistemas, ya que son sensibles a variaciones estacionales en la composición y estructura de la vegetación, a la calidad del agua y a la contaminación, así como a perturbaciones por actividades humanas.

Diversidad e investigación en la RBPC

En Tabasco, la diversidad de aves se compone de aproximadamente 490 especies, la mayoría (78%) son de origen tropical y el restante (22%) son especies neárticas (Arriaga 1987, Chablé-Santos *et al.* 2005, Córdova-Avalos 2007).

Desde el siglo XIX se han desarrollado investigaciones sobre las aves silvestres en Tabasco (cuadro 1), y se ha estimado que 328 especies de aves residen o pasan el invierno en los humedales de Centla. Esto representa cerca del 70% de las reportadas para el estado por Chable-Santos y colaboradores (2005), y representan un potencial para el desarrollo turístico sustentable de la reserva.

Conclusión y recomendaciones

Conocer la riqueza avifáunica de los Pantanos de Centla permitirá a los tomadores de decisiones, a los pobladores y a la comunidad académica y científica llevar a cabo acciones de conservación y manejo; en especial, monitorear los periodos de migración y reproducción de las especies será determinante para establecer calendarios de actividades, vedas y periodos de aprovechamiento de los recursos naturales. Esto permitirá conocer, por ejemplo, cómo impactan las quemas que se realizan dentro o fuera de la reserva en el éxito reproductivo de las especies, o sí hay actividades turísticas que pudieran estar perturbando aves coloniales o migratorias y que debieran ser evitadas o restringidas. Un buen número de especies de aves en Centla son migratorias, pero se desconoce si pasan el invierno dentro de la reserva o simplemente utilizan el hábitat en sus rutas migratorias como sitios de descanso (*stopover* hábitat). Aspectos tan elementales —pero no fáciles de investigar— como patrones migratorios (incluyendo abundancias) deben ser conocidos para determinar estrategias de conservación.

Debido a que la conservación del área implica limitar y prohibir algunas actividades económicas de las que viven y dependen los habitantes de los Pantanos de Centla, es importante promover alternativas de uso de la zona para que la población complemente sus ingresos. Las aves son uno de los mejores elementos para esto; por eso, un paso fundamental es capacitar a personas de las comunidades en la identificación de

Córdova-Avalos, A. y J.L. Alcántara-Carbajal. 2019. La avifauna de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 320-322.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Investigaciones realizadas sobre las aves silvestres.

Año	Investigador(es)	Contribución sobre el conocimiento de las aves
1838 y 1841	Ghiesbreght	Primera colecta de aves en el estado (citado por Brodkorb 1943)
1885	Rovirosa	Avistamiento del águila arpía (*Harpia harpyja*) en el puerto de Frontera (Centla)
1900	Nelson y Goldman	Primera incursión avifáunica de tipo científico en los municipios Frontera, Teapa y Emiliano Zapata (citado por Brodkorb 1943 y Berret 1962)
1901-1916	Ridgway	Escribió siete publicaciones acerca de aves silvestres para el municipio Frontera. Reportó 34 especies (citado por Ridgway 1919 y Berret 1962)
1919	Ridgway	Retomó los registros de Nelson y Goldman (1900) y publicó *Aves del Norte y Centroamérica*
1943	Brodkorb	Publicó *Aves de las tierras bajas del sur de México*. Reportó 39 especies
1959 y 1961	Museo de zoología de la Universidad de Luisiana, Estados Unidos	Organizó cuatro expediciones en Tabasco con el propósito de conocer las aves y mamíferos de la entidad
1959-1996	Colección Nacional de Aves del Instituto de Biología de la UNAM	Tiene colectas de 55 especies de aves de Centla
1962	Berret	Realizó su tesis doctoral acerca de las aves del municipio Frontera. Reportó 167 especies
1988	INIREB y el Gobierno del Estado de Tabasco	Se propuso la RBPC y se iniciaron una serie de trabajos para fundamentar la importancia de un ANP
1988	Ogden y colaboradores	Resultados sobre censos aéreos de la Sociedad Nacional Audubon en poblaciones de aves acuáticas coloniales en el delta de los ríos Usumacinta y Grijalva
1988	Correa y Luthin	Hicieron una propuesta para la protección de la cigüeña jabirú (*Jabirú mycteria*) en el sureste de México
1988	Brazda	Reportó datos de censos aéreos llevados a cabo desde mediados de los años cincuenta sobre las poblaciones de aves acuáticas en la costa este de México, en las lagunas de Tabasco
1988	Arriaga y colaboradores	Publicaron la riqueza faunística de Centla y Tabasco
1993	Grantham	Realizó conteos de aves en los humedales de Tabasco y Campeche, incluyendo a la RBPC. Reportó 239 especies
1994	Centeno	Recapituló la riqueza avifáunica histórica para el estado, encontró 523 especies, 66 para Centla. Sentó las bases para un conocimiento amplio sobre la diversidad y composición de la avifauna en la entidad
1996-2000	Colección de Aves de la División de Ciencias Biológicas de la UJAT	Registró 101 especies para la RBPC
1999	Arriaga	Reportó 218 especies entre residentes y migratorias (considerado uno de los estudios más completos sobre las aves en la RBPC)
1999	Winker y colaboradores	Hicieron registros de aves en Tabasco en los municipios Frontera y Huimanguillo. Reportaron 13 especies para el área de Pantanos de Centla
2000	SEMARNAT	Se presentó el Programa de Manejo de la RBPC, el cual reporta 254 especies
2000	Santiago	Realizó un estudio en comunidades de selva baja espinosa de tintal (*Haematoxylon campechianum*) dentro de la RBPC. Reportó 83 especies
2001 2002	Aguilar y colaboradores Córdova-Avalos	Estudiaron las poblaciones de patos silvestres en diversos sitios de la reserva. Reportaron nueve especies
2005	Chable-Santos y colaboradores	Reportaron 117 especies en las comunidades Jalapita y Espino, en Frontera
2007 y 2009	Córdova-Avalos y Córdova-Avalos y colaboradores	Reportaron 189 especies de aves en la RBPC, en comunidades de vegetación de manglar y en asociaciones de plantas de popal-tular, de las cuales 13 fueron nuevos registros para la zona

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

aves y el conocimiento de su historia natural para que se conviertan en guías de turistas y observadores de aves (*birdwatchers*), y con ello aprovechar las especies estéticamente interesantes para la población local e inclusive simbolicen a la zona para tomarla como especie bandera. Las especies bandera son un medio muy eficaz para llevar a cabo actividades de educación ambiental en las poblaciones humanas que viven dentro de la reserva y como símbolo para promover el turismo y la conservación en general.

Referencias

Aguilar, V.B.C., A. Córdova A., G.D. Mendoza *et al*. 2001. Reporte técnico sobre la situación actual de la población de anátidos en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Sistema de Investigación del golfo de México/CONACYT. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Arriaga, S. 1987. Fauna de vertebrados en la región Usumacinta. En: *Usumacinta: Investigación científica en la cuenca del Usumacinta*. Gobierno del estado de Tabasco, Tabasco, pp. 129-143

——. 1999. *Composición y estructura de la ornitofauna de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. UJAT, Tabasco.

Arriaga, S., A. Cabrera-Aldave, A.A. Granados-Berber *et al*. 1988. *Muestras de la fauna de Tabasco*. Gobierno del Estado de Tabasco, México.

Berret, D.G. 1962. The birds of the Mexican State of Tabasco. Tesis de doctorado. Louisiana State University, Baton Rouge.

Brazda, R.A. 1988. Winter waterfowl populations and habitat evaluation aerial surveys east coast of Mexico. En: *Ecología y conservación del delta de los ríos Usumacinta-Grijalva (memorias) INIREB División Regional Tabasco*. Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 575-593.

Brodkorb, P. 1943. *Birds from the gulf lowlands of southern Mexico*. University of Michigan Press, Estados Unidos.

Centeno, A.B.E. 1994. *Estado actual del conocimiento de la avifauna de Tabasco: revisión bibliográfica*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Villahermosa.

Chablé-Santos, J.B., P. Escalante-Pliego y G. López-Santiago. 2005. Aves. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 261-282.

Córdova-Avalos, A. 2002. *Situación actual de la población de anátidos en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

——. 2007. *Desarrollo de un índice de integridad biológica avifáunico para los humedales de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de doctorado en recursos genéticos y productividad-ganadería. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

Córdova-Avalos, A., J.L. Alcántara-Carbajal, R. Guzmán-Plazola *et al*. 2009. Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 25:1-22.

Correa, J., y C. Luthin. 1988. Propuesta para la protección de la cigüeña jabirú en el sureste de México. En: *Ecología y Conservación del Delta de los Ríos Usumacinta-Grijalva (memorias) INIREB División Regional Tabasco*. Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 607-615.

Grantham, M. 1993. Centla wetland expedition. Final Report. University of East Anglia/UJAT.

INIREB. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos. 1988. *Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta-Grijalva (memorias) INIREB División Regional Tabasco*. Gobierno del Estado de Tabasco, México.

Ogden, J.C., E. Knoder y A. Sprunt. 1988. Colonial Wading Bird Populations in the Usumacinta Delta, México. En: *Ecología y Conservación del Delta de los Ríos Usumacinta-Grijalva (memorias) INIREB División Regional Tabasco*. Gobierno del Estado de Tabasco, México, pp. 595-605.

Ridgway, R. 1919. *The birds of North and Middle America*. United States National Museum Bulletin, Washington.

Rovirosa, J.N. 1885. Apuntes para la zoología de Tabasco: vertebrados observados en el territorio de Macuspana. *La Naturaleza* 7:345-389.

Santiago, A.D. 2000. *Estructura de la avifauna en dos comunidades de selva baja espinosa perennifolia (Haematoxylon campechianum) de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Tesis de licenciatura. UJAT, Villahermosa.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 1992. Decreto por el que se declara como área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la zona conocida como Pantanos de Centla, con una superficie de 302,706-62-50 hectáreas, ubicadas en los Municipios de Centla, Jonuta y Macuspana, Tab. Publicado el 06 de agosto de 1992 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Instituto Nacional de Ecología, México.

Winker, K., S. Arriaga, J.L. Trejo P. y P. Escalante P. 1999. Notes on the avifauna of Tabasco. *Wilson Bulletin* 111(2):229-235.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Mamíferos silvestres

Mircea Gabriel Hidalgo Mihart, Darwin Jiménez Domínguez, Luis Gerardo Ávila Torresagatón, León David Olivera Gómez y Joaquín Bello Gutiérrez

Descripción

Los mamíferos conforman la clase de vertebrados más diversa en cuanto a sus adaptaciones ecológicas, tamaños y formas de vida, a tal grado que se han considerado como uno de los grupos más exitosos dentro del planeta, pues presentan gran riqueza de especies, sobre todo un enorme número de especializaciones y tamaños. Son organismos con hábitos y adaptaciones que van desde totalmente terrestres o totalmente acuáticos hasta los que son voladores o fosoriales, es decir, adaptados a la excavación y vida subterránea. Sus dimensiones varían desde 2 g, como el de algunos murciélagos, hasta 33 t en el caso de la ballena azul. Los mamíferos se caracterizan por sus glándulas mamarias, sudoríparas y sebáceas, además de la presencia de pelo. Asimismo, algunas características en el cráneo los hacen diferentes de otros vertebrados, como la mandíbula formada por un solo hueso, la presencia de tres huesos en el oído interno (martillo, yunque y estribo) y dos cóndilos occipitales. Los mamíferos se dividen en tres tipos: prototerios, metaterios y euterios. Los primeros únicamente se encuentran en Australia y Nueva Guinea, y forman el grupo de los ornitorrincos y equidnas, los cuales tienen características primitivas, como crías que nacen a partir de huevos y falta de tetas. Los segundos se distribuyen en Australia y América (incluyendo México) y se caracterizan porque tienen crías que nacen vivas en un estado de desarrollo muy primitivo y, en muchos casos, por presentar una estructura especial para el cuidado de las crías, conocida como marsupio; a este grupo pertenecen los canguros, los koalas y los tlacuaches. El tercer grupo es cosmopolita y se caracteriza por la placenta, estructura que nutre a las crías durante el desarrollo embrionario y permite que nazcan vivas y en un estado de desarrollo muy avanzado. La mayor parte de los mamíferos forma parte de este grupo, entre ellos los humanos (Vaughan *et al.* 2010).

Diversidad

A escala mundial se han descrito 5 416 especies de mamíferos que pertenecen a 1 229 géneros (Wilson y Reeder 2005); sin embargo, esta lista está lejos de estar completa, pues cada año se incrementa debido a la descripción de 10 a 12 nuevas especies en promedio (Vaughan *et al.* 2010). En México se han encontrado 538 especies de mamíferos nativos que corresponden a 196 géneros, 45 familias y 13 órdenes (Ceballos *et al.* 2005, Ramírez-Pulido *et al.* 2014). A escala mundial se considera que México ocupa el tercer lugar en riqueza de especies de mamíferos, después de Indonesia y Brasil (Groombridge y Jenkins 2002). Alrededor de 35% de las especies (188) y 4% de los géneros son endémicos del país.

En Tabasco se han registrado 138 especies de mamíferos terrestres y 11 acuáticos, representantes de 13 órdenes, 34 familias y 101 géneros (cuadro 1, apéndice 30, figuras 1-3). En mamíferos terrestres, esta cantidad representa 33 especies más de lo reportado por Sánchez-Hernández *et al.* (2005) y tres más que las potencialmente esperadas por Bello-Gutíerrez (2004). Aunado a esto, potencialmente 40 especies más podrían distribuirse en el estado (apéndice 31; Ceballos y Oliva 2005, Medellín *et al.* 2008), incluyendo 16 especies de mamíferos acuáticos que podrían encontrarse frente a las costas del estado (Ceballos y Oliva 2005, Folkens *et al.* 2002). Aún cuando en Tabasco no existan especies endémicas de mamíferos, es posible encontrar seis especies endémicas para México: un tlacuachin (*Tlacuatzin canescens*), una musaraña (*Cryptotis*

Hidalgo-Mihart, M.G., D. Jiménez-Domínguez, L.G. Ávila-Torresagatón, L.D. Olivera-Gómez y J. Bello-Gutiérrez. 2019. Mamíferos silvestres. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 323-333.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. La diversidad de mamíferos de Tabasco y México.

Orden	México				Tabasco			
	Familias	Géneros	Especies	Endémicas	Familias	Géneros	Especies	Endémicas
Didelphimorphia	1	7	9	2	1	6	7	1
Cingulata	1	2	2		1	1	1	
Pilosa	2	2	2		2	2	2	
Soricomorpha	2	6	38	27	1	1	2	1
Chiroptera	8	69	140	18	8	46	76	2
Primates	1	2	3		1	2	3	
Lagomorpha	1	3	14	7	1	1	2	
Rodentia	8	47	245	130	7	14	24	2
Carnivora	8	24	34	2	5	14	16	
Cetacea	7	25	39	1	3	8	10	
Sirenia	1	1	1		1	1	1	
Artiodactyla	4	7	10	1	2	4	4	
Perissodactyla	1	1	1		1	1	1	
TOTAL	**45**	**196**	**538**	**188**	**34**	**101**	**149**	**6**

Fuente: los datos a escala nacional corresponden a Ceballos y Oliva 2005, Medellín *et al.* 2008 y Ramírez-Pulido *et al.* 2014.

Figura 1. Oso hormiguero pigmeo (*Cyclopes didactylus*) fotografiado en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: Juan Manuel Koller González.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

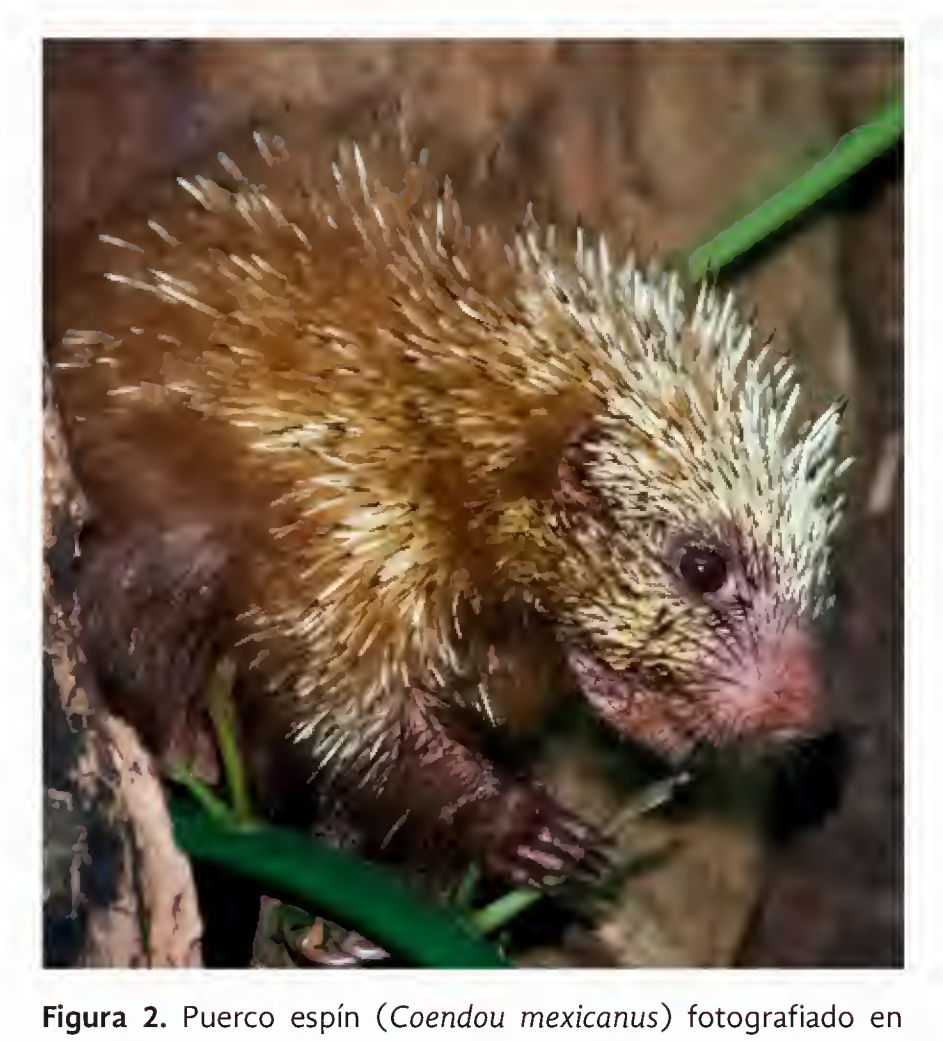


Figura 2. Puerco espín (*Coendou mexicanus*) fotografiado en las inmediaciones de Villahermosa. Foto: Juan Manuel Koller González.

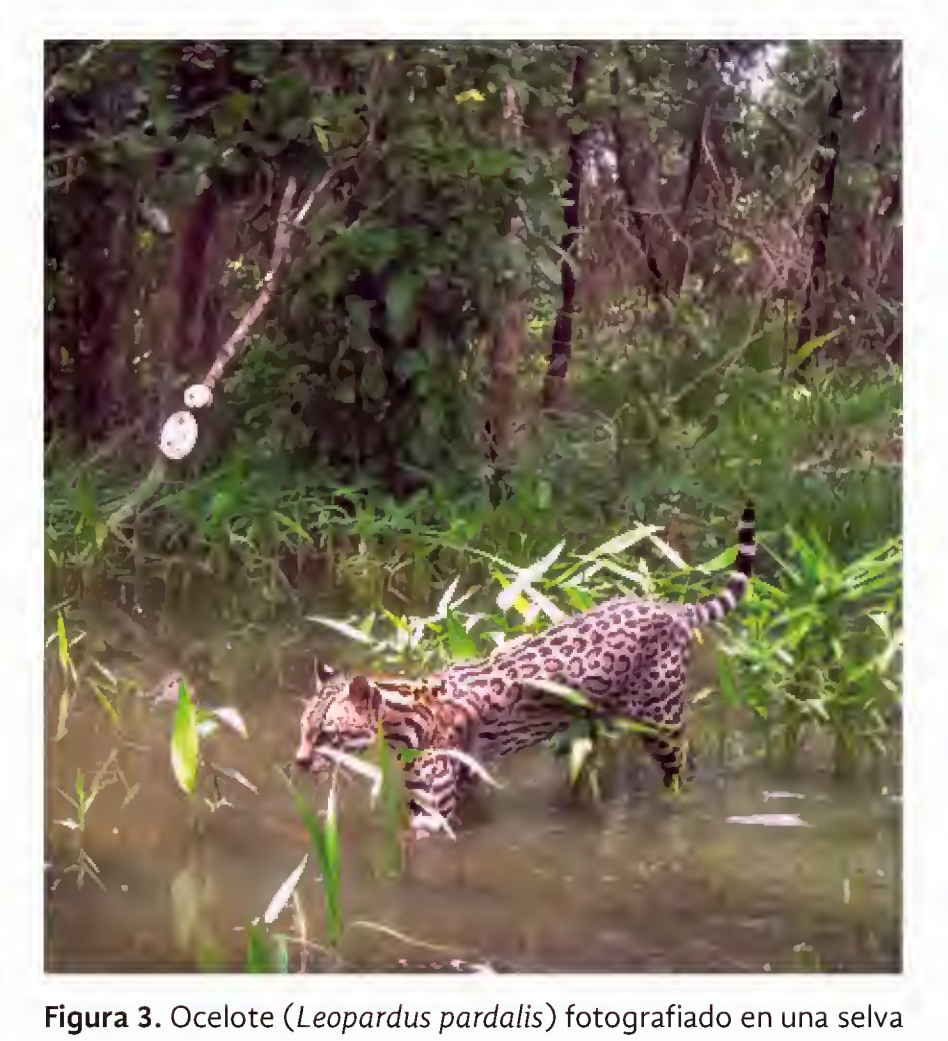


Figura 3. Ocelote (*Leopardus pardalis*) fotografiado en una selva inundable de Tabasco. Foto: Mircea Gabriel Hidalgo-Mihart.

mexicana), dos murciélagos (*Glossophaga morenoi* y *Myotis keaysi*), además de un ratón (*Heteromys gaumeri*) y el sereque negro (*Dasyprocta mexicana*).

Distribución

En cuanto a la distribución de las especies de mamíferos en el estado, es posible encontrar mamíferos silvestres a lo largo de todo el territorio y encontrar ligeras variaciones en la composición de especies que dependen de la región de la que se trate. Se considera que la composición de especies en la planicie costera, fluvial y palustre estatal es muy semejante a la que se encuentra a lo largo de la planicie costera del golfo de México que corre desde el sur de Tamaulipas hasta el centro de Tabasco. En el caso de la región biótica de las laderas de montaña de Tabasco, ésta es muy semejante a la que se presenta en las montañas de Chiapas, mientras que la composición de especies de los lomeríos es similar a la de la península de Yucatán (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo 1990). En el caso de los mamíferos acuáticos, las especies encontradas son fundamentalmente de aguas tropicales y subtropicales asociados a la corriente del golfo y limitados por la extensa plataforma continental del golfo de México (Ceballos et al. 2005).

Importancia ecológica, económica y cultural

Varias especies de mamíferos se han reportado como dispersores de semillas y polinizadores de especies clave, como las higueras y ceibas, tal es el caso de roedores, murciélagos (Dumont 2003, Von Helversen y Winter 2003, Cleveland *et al.* 2006) y primates (Serio-Silva y Rico-Gray 2003, Andersen 2005, Domínguez-Domínguez *et al.* 2006), por lo que son importantes en la dinámica de las comunidades vegetales. Es posible que este proceso esté centrado en plantas de semillas pequeñas, debido a la poca abundancia de mamíferos de talla mediana y grande como consecuencia de la sobreexplotación, como ha sido observado en las selvas de Chiapas (Miranda y Dirzo 1991).

Los depredadores tope, como la mayoría de los felinos, los grandes cánidos y los delfines también ejercen otra función importante en los ecosistemas, ya que regulan el tamaño de las poblaciones de otros animales; por ejemplo, lo que ocurre con los lobos (*Canis lupus*), los cuales a través de la depredación regulan poblaciones de grandes herbívoros en bosques templados (Ripple y Beschta 2012). Esto también sucede con las orcas (*Orcinus orca*) en los mares de Alaska, donde unos pocos individuos regulan la población de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

nutrias marinas en cientos de kilómetros de costa (Estes *et al.* 2010). Por otro lado, los mamíferos pequeños sostienen a las poblaciones de animales más grandes, como el jaguar (*Panthera onca*), que a su vez funcionan como especies bandera o sombrilla (Primack *et al.* 1998). Grandes herbívoros, como el manatí, (*Trichechus manatus*), actúan como recicladores de nutrientes y controladores de malezas acuáticas (Lomolino 1977). Finalmente, grupos o especies particulares de mamíferos actúan como indicadores de la calidad del hábitat o grado de disturbio debido a su tolerancia a los sistemas humanos, como murciélagos, tlacuaches (*Didelphis* sp.), mapaches (*Procyon lotor*), roedores e incluso el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), que pueden beneficiarse con la alteración del medio (Galindo-González 2004, De la Cruz-Félix 2005).

En cuanto a la importancia económica, algunos mamíferos de la región son considerados como valiosas plagas agrícolas, principalmente los roedores. Se ha reportado que ratones (*Oligoryzomys fulvescens*, *Reithrodontomys fulvescens*), ratas arroceras (*Oryzomys couesi*), ratas javalinas (*Sigmodon hispidus*) y tuzas (*Orthogeomys hispidus*) causan daños importantes en los cultivos de caña de azúcar, maíz y frijol en Veracruz y Chiapas, existiendo la potencialidad de también ocurrir en Tabasco (Sánchez-Cordero y Martínez-Meyer 2000). En el estado se tienen reportes acerca del importante efecto que producen los roedores sobre cultivos de maíz y frijol de pequeñas parcelas rodeadas de selva o acahuales en la región de la sierra de Tabasco. Otros mamíferos que han sido reportados como dañinos para los cultivos son venados, mapaches y pecarí de collar (*Dicotyles crassus*; Gallegos *et al.* 2004). También se cuenta con información detallada del daño que producen las ardillas (*Sciurus aureogaster*) a cultivos de palma de coco (véase Conflicto ardillas y producción coprera, en esta obra).

En cuanto a deterioros a la producción pecuaria, no se tienen datos específicos del daño que causan los mamíferos en el estado; sin embargo, es muy posible que, igual que en estados vecinos, exista depredación de aves de corral y ganado ovino por especies como tlacuaches, zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y coyotes (*Canis latrans*; Gómez-Vázquez *et al.* 2004). La depredación de ganado vacuno se puede presentar por grandes felinos como jaguar o puma (*Puma concolor*) y en algunos casos coyotes. Con excepción de las regiones cercanas a la frontera con Guatemala, sierra de Tabasco y Pantanos de Centla/Laguna de Términos (Campeche), los grandes felinos han sido prácticamente extirpados del estado (Valera-Aguilar 2008), lo cual ha tenido como consecuencia la reducción de casos de depredación por estas especies. Además, se han reportado casos de afectaciones a la producción pecuaria por murciélago vampiro común (*Desmodus rotundus*) en varias localidades de Tabasco (OPS 2005), pero no existen datos específicos del efecto que este mamífero tiene sobre la incidencia de rabia paralítica en el ganado.

Los mamíferos acuáticos interactúan con frecuencia con las pesquerías, ya sea por coincidir espacialmente o en una interacción directa, como en el caso de los delfines (López-Hernández 2002). Los pescadores los consideran perjudiciales en algunas localidades, debido a que ocasionan daño a las artes de pesca, o por exponerse a sanciones legales en caso de atrapar animales en peligro de extinción como el manatí (Colmenero y Hoz 1986, Arriaga y Contreras 1993, López-Hernández 2002).

Desde el punto de vista cultural, en Tabasco, los mamíferos tienen gran importancia en la vida de los habitantes, ya que están presentes en imágenes prehispánicas que han sido localizados en el transcurso de los diferentes sitios arqueológicos; por ejemplo, en el sitio arqueológico olmeca La Venta han sido localizadas iconografías de jaguares, monos y delfines (figuras 4 y 5).

De la misma forma, los mayas dejaron gran cantidad de iconografías y vestigios de uso de mamíferos en los sitios arqueológicos de Comalcalco y Reforma, entre los que se encuentran jaguares, manatíes y monos.

Como resultado del sincretismo entre la cultura prehispánica y española, aún existen costumbres en las cuales los mamíferos silvestres son una de las figuras principales. Este es el caso de la celebración del Pochó (figura 6) en Tenosique, en la cual hombres vestidos de jaguar representan a la oscuridad, bailan a través de la ciudad cada sábado desde el miércoles de ceniza hasta la Semana Santa, en conjunto con cojós y pochoveras (Ramírez 2005). También hay tradiciones orales acerca de una gran cantidad de especies de mamíferos, algunas describen animales como el manatí, según sus características anatómicas, así como sus supuestos usos medicinales tradicionales (Guzmán-Nieto 2008).

La cacería de subsistencia de mamíferos es una actividad que tiene gran importancia para los pobladores desde que la región ha sido habitada. Gracias a excavaciones en sitios olmecas de Tabasco

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Representación olmeca de un jaguar proveniente de La Venta, Tabasco. Foto: Mircea Gabriel Hidalgo-Mihart.

Figura 5. Representación olmeca de un mamífero marino de La Venta, Tabasco. Foto: Darwin Jiménez Domínguez.

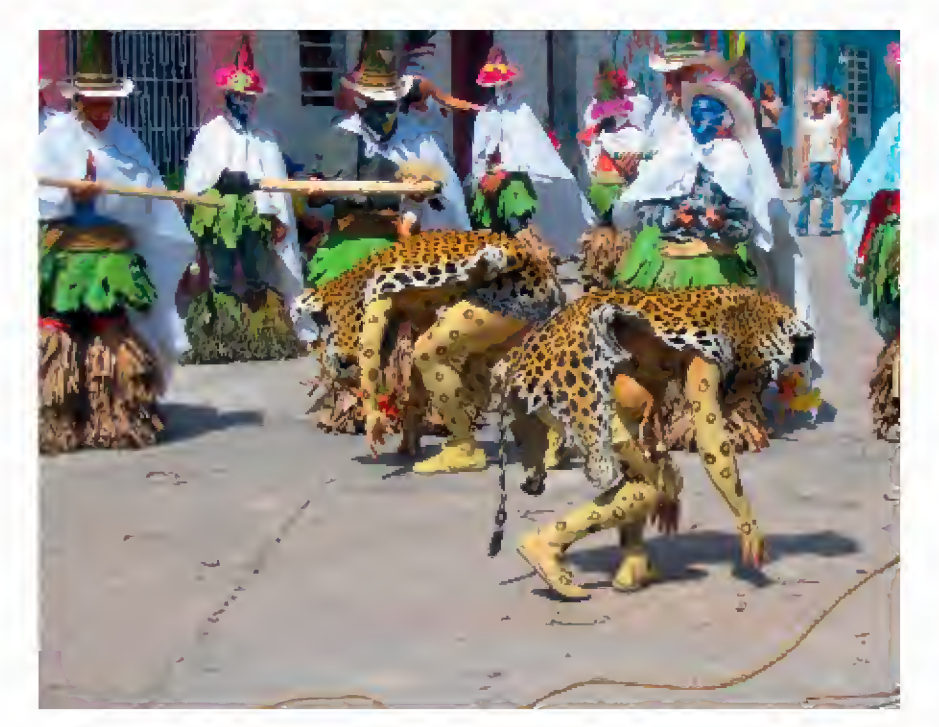


Figura 6. Danza del Pochó en Tenosique, Tabasco. Los hombres vestidos de Jaguar son representaciones de la obscuridad. Foto: Mircea Gabriel Hidalgo-Mihart.

Figura 7. Pecarí de collar cazado para obtener su carne en la sierra de Tabasco. Foto: Himmler de la Cruz Félix.

y Veracruz, así como en sitios mayas a lo largo del sureste de México y Centroamérica, han encontrado que los pobladores originarios de la región hacían uso extensivo de los mamíferos, principalmente armadillos (*Dasypus novemcinctus*) y venados, y otros subproductos como fuente de alimento (Rust y Sharer 1988, VanDerwarker 2006, Emery 2007), en algunos casos también utilizaban a los manatíes (Bradley 1983, McKillop 1985). En la actualidad la cacería de mamíferos terrestres es una práctica común en las comunidades rurales, en particular en aquellas que tienen acceso a sitios con vegetación original o en acahuales en la región sierra de Tabasco, Pantanos de Centla, Tenosique y Balancán. En estos sitios, los habitantes obtienen, principalmente, venado cola blanca, venado temazate (*Mazama temama*), tepezcuincle (*Cuniculus paca*) o pecari de collar (figura 7). Sin embargo, ante la sobreexplotación de especies medianas y grandes, los habitantes han optado por la cacería de otros mamíferos de menor tamaño, como los armadillos, sereques (*Dasyprocta* sp.) y en algunos casos tuzas (*Orthogeomys hispidus*; De la Cruz-Félix y Bello-Gutiérrez 2008).

Los mamíferos acuáticos son aprovechados, principalmente, al ser atrapados de forma accidental (López-Hernández 2002, Jiménez-Domínguez 2009). Los mamíferos cazados son usados para la complementación de la dieta como proteína animal, especialmente en localidades con ingresos muy bajos o en las que es limitada la disponibilidad de animales domésticos;

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sin embargo, a escala local, aún se comercializa la carne de mamíferos silvestres, la cual es vendida a los habitantes de la propia localidad y, en algunos casos, a restaurantes. Adicionalmente, algunos mamíferos acuáticos son utilizados como carnada para la pesca de tiburón (López-Hernández 2002).

Mamíferos como agentes zoonóticos

Los mamíferos silvestres que habitan en Tabasco son potenciales transmisores y reservorios de enfermedades que afectan a los humanos (conocido como zoonosis), como la rabia o leishmaniasis. La rabia es una enfermedad viral a la que son susceptibles todos los mamíferos; se ha reportado que existen casos en Tabasco de rabia en el murciélago vampiro común (*Desmodus rotundus*), mismos que pueden transmitir el virus de la rabia paralítica al morder al ganado (OPS 2005). En México los casos de rabia en humanos producidos por mordeduras de animales silvestres son raros; sin embargo, existe la potencial transmisión a humanos debido a mordidas producidas por vampiros u otros mamíferos silvestres, principalmente coyotes, zorras o zorrillos. Es así que en Tabasco el último caso de rabia humana reportado tuvo su origen por una mordedura de murciélago en Comalcalco en el año 2006 (Gobierno del Estado de Tabasco 2014).

La leishmaniasis es una zoonosis producida por protozoarios del género *Leishmania*. El protozoario presenta un ciclo de transmisión complejo en el que se involucra un insecto vector (normalmente un mosquito del género *Lutzomya*) y mamíferos que sirven como reservorios. Al igual que otros mamíferos silvestres y domésticos, los seres humanos sirven como reservorios del parásito y participan dentro del ciclo de transmisión. En México, Tabasco es el estado que reporta la mayor cantidad de casos de leishmaniasis en humanos, principalmente asociados a la región cacaotera, la cual se concentra en los municipios Comalcalco, Cunduacán y Paraíso (Becker *et al*. 2005). Para el estado se han registrado, como reservorios de la enfermedad, a seis especies de murciélagos (*Atribeus lituratus, A. jamaicensis, Dermanura phaeotis, Glosophaga soricina, Desmodus rotundus, Sturnira lilium*) y una de tlacuache (*Philander oposum*; Rodríguez-Moreno *et al*. 2010). Es posible que otras enfermedades que afectan a humanos, y en las que mamíferos silvestres participan como parte del ciclo de transmisión, se encuentren presentes en la región y particularmente en el estado, como el virus del Nilo, enfermedad de Lyme o mal de Chagas (Reyes-Novelo *et al*. 2011, Ibarra-Cerdeña *et al*. 2009).

Situación y estado de conservación

De las 149 especies de mamíferos confirmadas en el estado, 47 se enlistan en alguna categoría de riesgo, según la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010). De éstas, 13 se encuentran en peligro de extinción, 16 amenazadas y 18 sujetas a protección especial (apéndice 30). En el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (CONANP 2016) del gobierno federal se incluye al jaguar, tapir (*Tapirella bairdii*), pecari de labios blancos (*Tayassu pecari*), monos aulladores (*Alouatta* sp.), mono arana (*Ateles geoffroyi*), manatí, ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). El tapir y el pecarí de labios blancos resaltan debido a que no existen registros para el estado en las últimas décadas, lo que indica su posible extinción local.

Principales amenazas

Son varias las razones de la posible extinción local de diversas especies de mamíferos. Algunas se sobreexplotaron para ser aprovechadas de manera directa o indirecta como productos o subproductos, o son cazadas de forma desmedida por sus efectos perjudiciales para algunos sectores de la población. En general, la transformación de los paisajes naturales para ser convertidos a sistemas pecuarios, agrícolas, urbanos e industriales, así como la construcción de caminos y obras de infraestructura, han sido los procesos que amenazan la persistencia de los mamíferos de Tabasco, particularmente la de especies no protegidas; por ejemplo, se sabe que al menos seis especies de mamíferos son comúnmente atropelladas en carreteras del estado (Pozo-Montuy *et al*. 2008a). Actividades humanas específicas confieren otras amenazas, como la contaminación del aire, agua y suelos por la acumulación de contaminantes químicos y basura, que son un efecto importante del desarrollo industrial, agropecuario y urbano del estado, pero no hay suficientes estudios que permitan establecer el grado de amenaza actual para los mamíferos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Asimismo, la introducción de especies exóticas, como perros (*Canis familiaris*) y gatos (*Felis catus*), tienen efectos importantes sobre los mamíferos silvestres tales como depredación o competencia; sin embargo, no existe información que documente estos efectos en la entidad. Para mamíferos acuáticos las colisiones con embarcaciones y las interacciones con artes y métodos de pesca contribuyen a su problemática (López-Hernández 2002, Jiménez-Domínguez 2009). La cacería ha puesto en riesgo la viabilidad de las poblaciones de muchas especies de mamíferos de talla mediana y grande, en particular de venado cola blanca (figura 8), temazate, pecarí de collar y grandes roedores como el tepezcuincle o el sereque.

En las últimas décadas, la transformación del uso de suelo de Tabasco ha provocado la fragmentación o pérdida de continuidad en los hábitats de muchas especies, como el caso de las poblaciones de manatíes que están aisladas en sitios como Laguna de las Ilusiones, Camellones Chontales, Playa Larga y San José del Río, estos últimos se localizan al sureste del estado (véase El manatí en los sistemas fluviolagunares, en esta obra). El mono aullador (*Allouatta villosa*) también se ha visto confinado a fragmentos de vegetación debido a la deforestación (figura 9), lo que aumenta la probabilidad de depredación y otros efectos negativos para sus poblaciones (Pozo-Montuy *et al*. 2008b).

Para el año 2000, el área de distribución del jaguar disminuyó hasta menos de 5% del área original estimada para 1940 (Valera-Aguilar 2008; figura 10). En contraste, la fragmentación y pérdida de hábitat original ha favorecido a algunas especies que han expandido sus poblaciones, como el coyote (Hernández-Lara 2010) y murciélagos generalistas como *Artibeus* sp. (Juárez-Hernández 2010; figura 11).

Acciones para su conservación

Algunas especies de mamíferos son motivo de gran interés de la opinión pública, por lo que se han derivado acciones de atención de contingencias o de conservación que pueden encabezar proyectos más amplios de conservación biológica en el estado. Un ejemplo es el rescate de manatíes en lagunas expuestas a desecación (Morales-Vela y Olivera-Gómez 1996, Olivera-Gómez 2007), el cual es un programa en

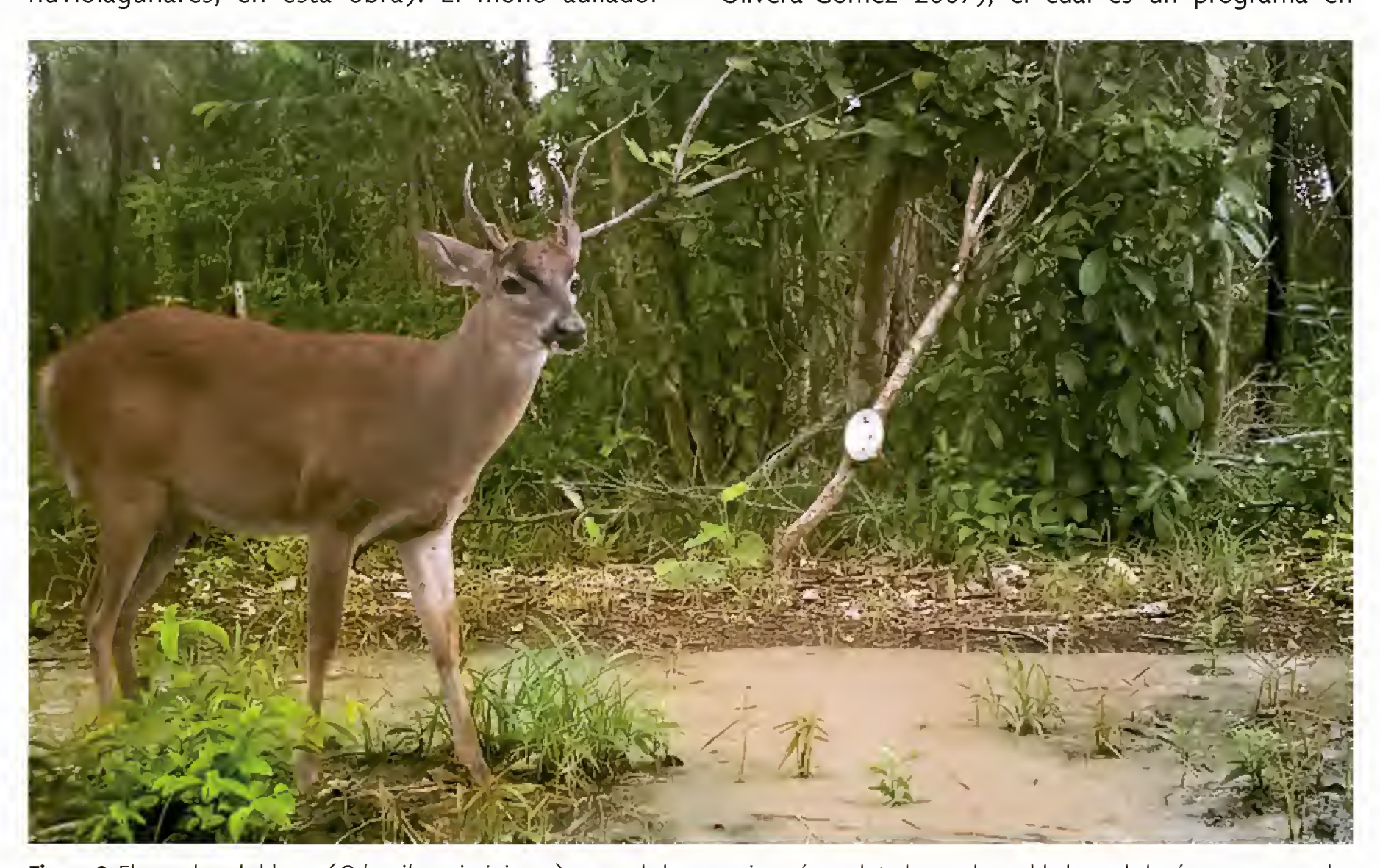


Figura 8. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una de las especies más explotadas por los pobladores de las áreas conservadas de Tabasco; sin embargo, tiene un alto potencial para ser aprovechado de manera sustentable si se controla y regula su cacería, ya que es muy adaptable y puede mantenerse en hábitats relativamente transformados. Foto: Mircea Gabriel Hidalgo-Mihart

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 9. Mono saraguato (*Allouatta villosa*). El grupo de los primates es uno de los más afectados por la fragmentación de hábitat en Tabasco debido a su poca capacidad para moverse entre fragmentos aislados de vegetación natural. Foto: Juan Manuel Koller González.

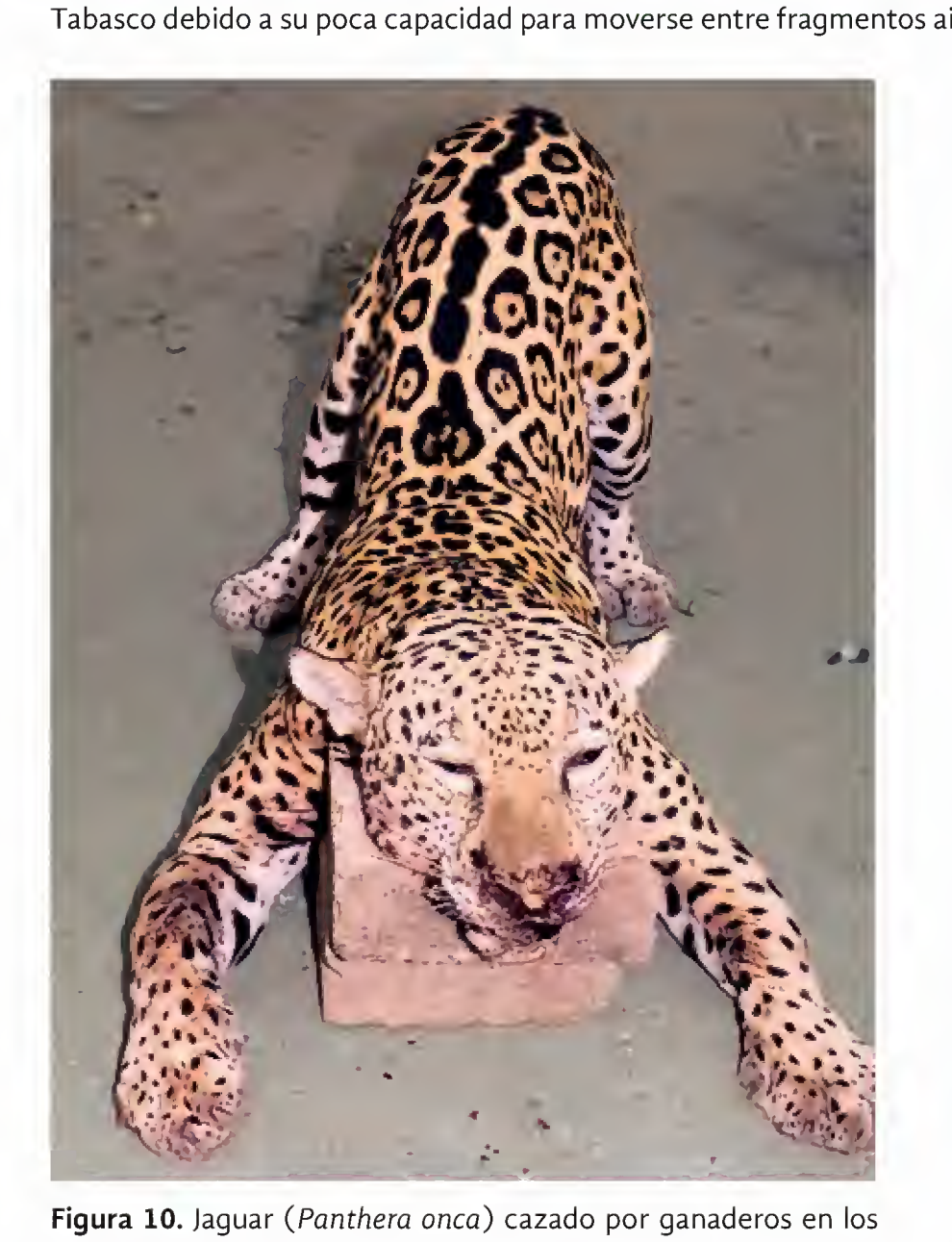


Figura 10. Jaguar (*Panthera onca*) cazado por ganaderos en los límites de Tabasco y Campeche. El jaguar ha perdido gran parte de su área de distribución original en el estado debido al deterioro del hábitat, cacería de sus presas potenciales y conflictos con los ganaderos. Foto: Mircea Gabriel Hidalgo-Mihart.

el que gracias a la colaboración entre autoridades federales (Procuraduría Federal para la Protección del Ambiente, PROFEPA), estatales (Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, SERNAPAM), académicas (División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, DACBiol-UJAT) y pobladores, cuando se identifica que existen manatíes en riesgo de quedar varados debido a la desecación estacional de cuerpos lagunares, se implementa un operativo conjunto, mediante el cual los manatíes son trasladados a cuerpos lagunares cercanos donde la profundidad del agua sea adecuada para poder mantenerlos hasta la llegada de la época de lluvias.

En el estado existen áreas naturales protegidas, tanto dentro del esquema federal como en el ámbito estatal. Éstas, en algunos casos, cobijan zonas con listados extensos de mamíferos como el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Cañón del Usumacinta (Guzmán y Bello-Gutiérrez 2006) y el Parque Estatal la Sierra (Gordillo 2007, García 2008); sin embargo, existen áreas como la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, donde sólo existen listados parciales de mamíferos (SEMARNAP e INE 2000, Sánchez-Hernández *et al.* 2005). Asimismo, se reconocen también áreas con potencial para la conservación de mamíferos que han sido desatendidas al sureste del estado, particularmente sobre la cuenca

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 11. Algunos murciélagos generalistas como *Artibeus jamaicensis* se han adaptado a las condiciones producidas por los cambios en los hábitats naturales, de tal forma que se han convertido en una de las especies dominantes de los sistemas transformados. Foto: Luis Gerardo Avila-Torresagatón.

del río San Pedro, así como la sierra Niños Héroes (incluidas en la región prioritaria 91 de la CONABIO).

Tabasco forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano desde 2009. Su programa de trabajo incluye el favorecer los esquemas de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a lo largo de los corredores Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla-Cañón del Usumacinta y Sierra de Tabasco. Sin duda, este esquema de planeación para la conservación favorecerá al grupo de los mamíferos en la entidad, pues por primera vez se presenta la conservación de la biodiversidad con una visión integral que intenta unir las diferentes áreas naturales protegidas y no protegidas, pero que presentan un adecuado estado de conservación. Es muy posible que este esquema favorezca la conservación de las especies que tienen alta movilidad, como murciélagos, así como mamíferos medianos y grandes.

Aun con el alto grado de pérdida de hábitats originales, Tabasco alberga poco más de la cuarta parte de la diversidad de los mamíferos de México (cuadro 1); destaca el grupo de los murciélagos que representan 55% de la diversidad de este grupo en el país (véase Murciélagos, en esta obra), por lo que es importante llevar a cabo acciones que tiendan a preservar esta diversidad mediante el mantenimiento y eventual aumento de hábitats originales.

Referencias

Andersen, E. 2005. Interacción entre primates, semillas y escarabajos coprófagos en bosques húmedos tropicales: un caso de diplicoria. *Universidad y Ciencia* 2:73-84.

Arriaga, W.S. y W. Contreras. 1993. El manatí (*Trichechus manatus*) en Tabasco. Informe técnico. UJAT, Villahermosa.

Becker, I, G. Carrada-Figueroa, M. Gudiño-Zayas *et al*. 2005. Análisis de leishmaniasis en México. En: *Consulta de expertos OPS/OMS sobre leishmaniasis visceral en las américas*. Informe final. Organización Panamericana de la Salud/ Ministerio de Salud de Brasil, Brasilia, pp. 27-32.

Bello-Gutiérrez, J. 2004. Mamíferos del estado de Tabasco: diversidad y amenazas. *Kuxulkab´* 9:5-9.

Bradley, R. 1983. The pre-columbian explotation of the manatee in Mesoamerica. *Papers in Anthropology, University of Oklahoma* 24:3-82.

Ceballos, G. y G. Oliva (coords). 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. FCE/CONABIO, México.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R.A. Medellín *et al*. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. En: *Los mamíferos silvestres de México*. G. Ceballos y G. Oliva (coords.). FCE/CONABIO, México, pp. 21-66.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cleveland, C.J., M. Betke, P. Federico *et al*. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:238-243.

Colmenero, L.C. y M.E. Hoz. 1986. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 56:955-1020.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2016. PROCER, Programa de Conservación de Especies en Riesgo. En:<*http://www.conanp.gob.mx/rendicion_cuentas/transparencia_focalizada_procer.php*>, última consulta: 2 de noviembre de 2017.

De la Cruz-Félix, H.K. 2005. *La comunidad de mamíferos en áreas forestales con diferentes historias de incendios en Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Villahermosa.

De la Cruz-Félix H.K. y J. Bello-Gutiérrez. 2008. Patrones de cacería en dos sierras con diferente grado de conservación en el Parque Estatal de la Sierra, Tabasco. En: *Perspectivas en Zoología Mexicana*. A.J. Sánchez, M.G. Hidalgo-Mihart, S.L. Arriaga-Weiss y W.M. Contreras-Sánchez (comp.). UJAT, Villahermosa, pp. 219-233.

Domínguez-Domínguez, L.E., J.E. Morales-Mávil y J. Alba-Landa. 2006. Germinación de semillas de *Ficus inspida* (Moraceae) defecada por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). *Revista de Biología Tropical* 54:387-394.

Dumont, R.E. 2003. Bats and fruits: an ecomorphological approach. En: *Ecology of bats*. T.H. Kunz y B.M. Fenton (eds.). University of Chicago Press, Illinois, pp. 398-329.

Emery, K.F. 2007. Assessing the impact of ancient Maya animal use. *Journal of Nature Conservation* 15:184-195.

Estes, J.A., C.H. Peterson y R.S. Steneck. 2010. Some effects of apex predators at higher latitude coastal oceans. En: *Trophic cascades. Predators, prey and the changing dynamics of nature*. J. Terbogh y J.A. Estes (eds.). Island Press, Washington, pp. 37-54.

Folkens, P.A., R.R. Reeves, B.S. Stewart *et al*. 2002. *Guide to marine mammals of the world*. Alfred A. Knopf Publishers, Nueva York.

Galindo-González, J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20:293-243.

Gallegos, P.A., A. Jesús y J. Bello-Gutiérrez. 2004. Daños ocasionados por mamíferos terrestres en cultivos de maíz en el municipio de Tacotalpa, Tabasco. En: *Memorias del VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica*. Iquitos, Perú.

García, M.R. 2008. *Diversidad, alfa, beta y gamma de murciélagos del Parque Estatal La Sierra, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Gobierno del Estado de Tabasco. 2014. Cumple Tabasco 25 años sin casos de rabia humana transmitida por perro o gato. En: <*https://tabasco.gob.mx/index.php/noticias/cumple-tabasco-25-anos-sin-casos-de-rabia-humana-transmitida-por-perro-o-gato*>, última consulta: 2 de noviembre de 2017.

Gómez-Vázquez, E., A. González-Romero, V. Sosa-Fernández y J. Servín-Martínez. 2004. Importancia del coyote para la ganadería menor en el valle de Perote, Puebla-Veracruz, México. En: *Memorias del VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica*. Iquitos, Perú.

Gordillo, G.E. 2007. *Los mamíferos terrestres del Parque Estatal La Sierra, Tabasco registrados por cinco métodos de muestreo*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Groombridge, B. y M.D. Jenkins. 2002. *World Atlas of Biodiversity: Earth´s living resources in the 21th century*. University of California Press, Berkeley.

Guzmán, C. y J. Bello-Gutiérrez. 2006. Mamíferos de Boca del Cerro Tenosique, Tabasco, México. *Kuxulkab´* 11:75-84.

Guzmán-Nieto, J. 2008. *Conocimiento y apreciación del manatí y su relación con la calidad del hábitat en la cuenca del río Usumacinta*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Hernández-Lara, C. 2010. *Cambio de uso de suelo y expansión de una especie potencialmente conflictiva: el caso del coyote en el sureste de México*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Ibarra-Cerdeña, C.N., V. Sánchez-Cordero, A.T. Peterson y J.M. Ramsey. 2009. Ecology of north american Triatominae. *Acta Tropica* 110:178-186.

Jiménez-Domínguez, D. 2009. *Uso de hábitat del manatí Antillano (Trichechus manatus) en sistemas fluvio-lagunares del río Usumacinta, México*. Tesis de maestría en ciencias ambientales. UJAT, Villahermosa.

Juárez-Hernández, R. 2010. *Riqueza y abundancia de murciélagos en relación con variables ambientales de la ciudad de Villahermosa, Tabasco*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Lomolino, M.V. 1977. *The ecological role of the Florida manatee (Trichechus manatus latirostris) in water hyacinth dominated ecosystems*. Tesis de maestría. Universidad de Florida, Gainesville.

López-Hernández, I. 2002. *Interacción de las toninas Tursiops truncatus con la actividad pesquera en la costa de Tabasco, México*. Tesis de maestría en biología de sistemas y recursos acuáticos. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

McKillop, H.I. 1985. Prehistoric explotation of manatee in maya and circumcaribbean areas. *World Archeology* 16:337-353.

Medellín, R.A., H. Arita y O. Sánchez. 2008. *Identificación murciélagos de México, clave de campo*. Instituto de Ecología-UNAM, México.

Miranda, A. y Dirzo, R. 1991. Defaunación neotropical contemporánea: Posibles consecuencias sobre la dinámica y conservación de una selva de México. *Revista de difusión científica tecnológica y humanística de Chiapas* 3:53-61.

Morales-Vela, B. y L.D. Olivera-Gómez. 1996. Manatee rescue in Chiapas. *Newsletter of the IUCN/SSC Sirenia Specialist Group* 25:11.

Olivera-Gómez, L.D. 2007. Manatees at freshwater systems in southeastern Mexico. *Newsletter of the IUCN/SSC Sirenia Specialist Group* 48:11-13.

OPS. Organización Panamericana de la Salud. 2005. Eliminación de la rabia humana transmitida por perros en América Latina: análisis de la situación años 2004. OPS, Washington.

Pozo-Montuy, G., Y.M. Bonilla-Sánchez y F. Pozo-Juárez. 2008a. Las carreteras y su impacto sobre la fauna silvestre en una región de la cuenca baja del río Usumacinta. En: *Perspectivas en zoología mexicana*. A.J. Sánchez, M.G. Hidalgo-Mihart, S.L. Arriaga-Weiss y W.M. Contreras-Sánchez (comp.). UJAT, Villahermosa, pp. 253-265.

Pozo-Montuy, G., J.C. Serio-Silva, Y.M. Bonilla-Sánchez *et al.* 2008b. Current status of the populations and habitat of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Balancán, Tabasco, México. *American Journal of Primatology* 70:1169-1176.

Primack, R., R. Rozzi, P. Feisinger *et al*. 1998. *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. FCE, México.

Ramírez, E. 2005. El jaguar en Mesoamérica. Tigres, tigrillos, leones y tecuanes. *Arqueología Mexicana* 12:58-61.

Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1990. Regiones y provincias mastogeográficas Escala 1:4 000 000. Regionalización mastofaunística, IV.8.8. En: *Atlas Nacional de México. Vol. III*. Instituto de Geografía-UNAM, México.

Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz, A.L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of Mexico. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University* 63:1-69.

Reyes-Novelo, E., H. Ruíz-Piña, J. Escobedo-Ortegón *et al.* 2011. Situación actual y perspectivas para el estudio de las enfermedades zoonóticas emergentes, reemergentes y olvidadas en la península de Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14:35-54.

Ripple, W.J. y R.L. Beschta. 2012. Large predators limit herbivore densities in northern forest ecosystems. *European Journal of Wildlife Research* 58(4):733-742.

Rodríguez-Moreno, A., V. Sánchez-Cordero, G. Gutiérrez-Granados *et al*. 2010. Mamíferos y las interacciones múltiples: el caso de tres zoonosis emergentes en México. En: *1er Congreso Mexicano de Ciencias de la Complejidad*, México.

Rust, W.F. y R.J. Sharer. 1988. Olmec settlement data from La Venta, Tabasco, Mexico. *Science* 242:102-104.

Sánchez-Cordero, V. y E. Martínez-Meyer. 2000. Museum specimen data predict crop damage by tropical rodents. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97:7074-7077.

Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz y C. García-Estrada. 2005. Mamíferos. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 283-304.

SEMARNAP e INE. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-Instituto Nacional de Ecología. 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. INE, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Serio-Silva, J.C. y V. Rico-Gray. 2003. The role of howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana*) as seed dispersal agents of strangler figs (*Urostigma*) in disturbed and preserved habitat in south Veracruz, México. En: *Primates in fragments: ecology and conservation*. L. Marsh (ed.). Kluwer Academic/Plenum Publishers, Nueva York, pp. 267-282.

Valera-Aguilar, D. 2008. *Modelos del área de distribución histórica del jaguar (Panthera onca) en el estado de Tabasco, norte de Chiapas y oeste de Campeche, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Villahermosa.

VanDerwarker, A.M. 2006. *Farming, hunting, and fishing in the olmec world*. University of Texas Press, Austin.

Vaughan, T.A., J.M. Ryan y N.J. Czaplewsky. 2010. *Mammalogy*. Jones and Bartlett Publishers, Boston.

Von Helversen, O. e Y. Winter. 2003. Glossophagine bats and their flowers: costs and benefits for plants and pollinators. En: *Bats biology and conservation*. T. Kunz y P. Racey (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 346-397.

Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. John Hopkins University Press, Baltimore.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Murciélagos

Luis Gerardo Ávila Torresagatón

Diversidad

Tabasco posee una interesante e importante diversidad de especies de murciélagos, con ocho familias, 46 géneros y 76 especies registradas (apéndice 32), mismas que representan 55% de las especies de murciélagos de México (Medellín *et al.* 2008).

La familia Phyllostomidae (murciélagos de hoja nasal) domina la diversidad taxonómica con 40 especies (52% de las registradas para el estado). Las especies de esta familia consumen frutos, néctar, polen, insectos, sangre de mamíferos y aves, así como pequeños vertebrados como ranas, peces, lagartijas, aves e incluso murciélagos, lo que hace de la familia Phyllostomidae un componente clave en la dinámica ecológica de los bosques tropicales (Giannini y Kalko 2004). La familia Vespertilionidae es la segunda en cuanto a riqueza, agrupa 13 especies de murciélagos, (las cuales se alimentan exclusivamente de insectos, al igual que las familias Emballonuridae, Mormoopidae, Molossidae, Thyropteridae y Natalidae). La familia Noctilionidae, cuya dieta está basada en peces, completa el ensamblaje de murciélagos de la entidad.

Distribución

Las especies de murciélagos registradas en Tabasco son de afinidad neotropical y neártica-neotropical (Ceballos *et al.* 2005). Adicionalmente, la diversidad ecológica de estas especies (entendida como la variedad de alimentos consumidos) les permite ocupar diversos ambientes, desde las zonas costeras, manglares, selvas tropicales, pastizales o potreros, hasta los macizos montañosos que colindan con la sierra de Chiapas, incluidas las zonas urbanas y periurbanas de Tabasco (cuadro 1).

Cuadro 1. Estudios sobre la distribución y presencia de murciélagos en Tabasco.

Área de estudio	Número de especies	(%)	Comentario	Referencia
Tabasco	31	40.8	Referente histórico y primer trabajo sobre los murciélagos de México	Villa 1966
	47	61.8	Primer listado estatal detallado	Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz 1995
	62	81.6	Revisión bibliográfica	Jesús 2000
	59	77.6	Revisión bibliográfica de colecciones científicas y trabajo de campo	Sánchez-Hernández *et al.* 2005
	82	-	Cálculo de especies potencialmente presentes, sin presentar listados	Bello-Gutiérrez 2004
	21	27.6	Referencia básica a nivel regional	Hall 1981
Sierra del este de Tabasco	44	57.9	Reconocida como un área con gran riqueza de murciélagos	De la Cruz-Félix 2005, Guzmán y Bello-Gutiérrez 2005, Castro-Luna *et al.* 2007, García 2008
Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla	40	52.6	La carencia de inventarios adecuados y sistemáticos impide conocer con certeza la riqueza de murciélagos en esta área	SEMARNAP e INE 2000
Ciudad de Villahermosa y su periferia	14	18.4	Es posible la existencia de al menos 10 especies más, como *Eptesicus fuscus, Lasiurus ega, Eumops ferox, E. hanse, Molosus sinaloae, Nyctinomops laticaudatus*	Cruz 2010, Juárez 2010

Los porcentajes que se muestran son respecto a la riqueza estatal.

Ávila-Torresagatón, L.G. 2019. Murciélagos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 334-341.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En algunas regiones, como los Ríos o La Chontalpa, los estudios biológicos de este grupo son escasos o prácticamente nulos. Por eso es necesario conducir inventarios sistemáticos mediante la combinación de métodos de captura habituales, como las redes de niebla e inspección en refugios, así como del uso de trampas de harpa y detección acústica; por ejemplo, el registro del murciélago de lomo pelón mayor (*Pteronotus gymnonotus*) a partir del uso de métodos acústicos (Ibañez *et al.* 2000), lo cual permitiría complementar los pocos listados existentes de manera potencial, además de expandir el área de distribución conocida para varias especies de murciélagos.

Importancia ecológica

La variedad de recursos alimenticios consumidos por los murciélagos los sitúa como importantes componentes en la dinámica de los sistemas naturales (Findley 1993, Kalko y Handley Jr. 2001). Como consecuencia de esta diversidad alimentaria generan, indirectamente, esenciales servicios ambientales al ser agentes dispersores de semillas y polinizadores de especies clave para las selvas tropicales, como las higueras (*Ficus* spp.) o los árboles de ceiba (*Ceiba* spp.) respectivamente (Dumont 2003, von Helversen y Winter 2003).

Las especies de murciélagos conocidas en la entidad explotan recursos alimenticios como insectos, frutos, néctar/polen, pequeños vertebrados (reptiles, anfibios, peces), sangre de aves y mamíferos (aves de corral y ganado vacuno), así como de especies omnívoras.

El ensamblaje de murciélagos (grupo de especies que explotan un mismo recurso alimenticio, figura 1) es dominado por el gremio de los murciélagos insectívoros como el murciélago rayado mayor (*Saccopteryx bilineata*) o el murciélago de bigote de Parnell (*Pteronotus parnellii*, figura 2); seguidos de los frugívoros como el murciélago ojón de Salvini (*Chiroderma salvini*) o el murciélago de cara arrugada (*Centurio senex*); y las especies polinívoras-

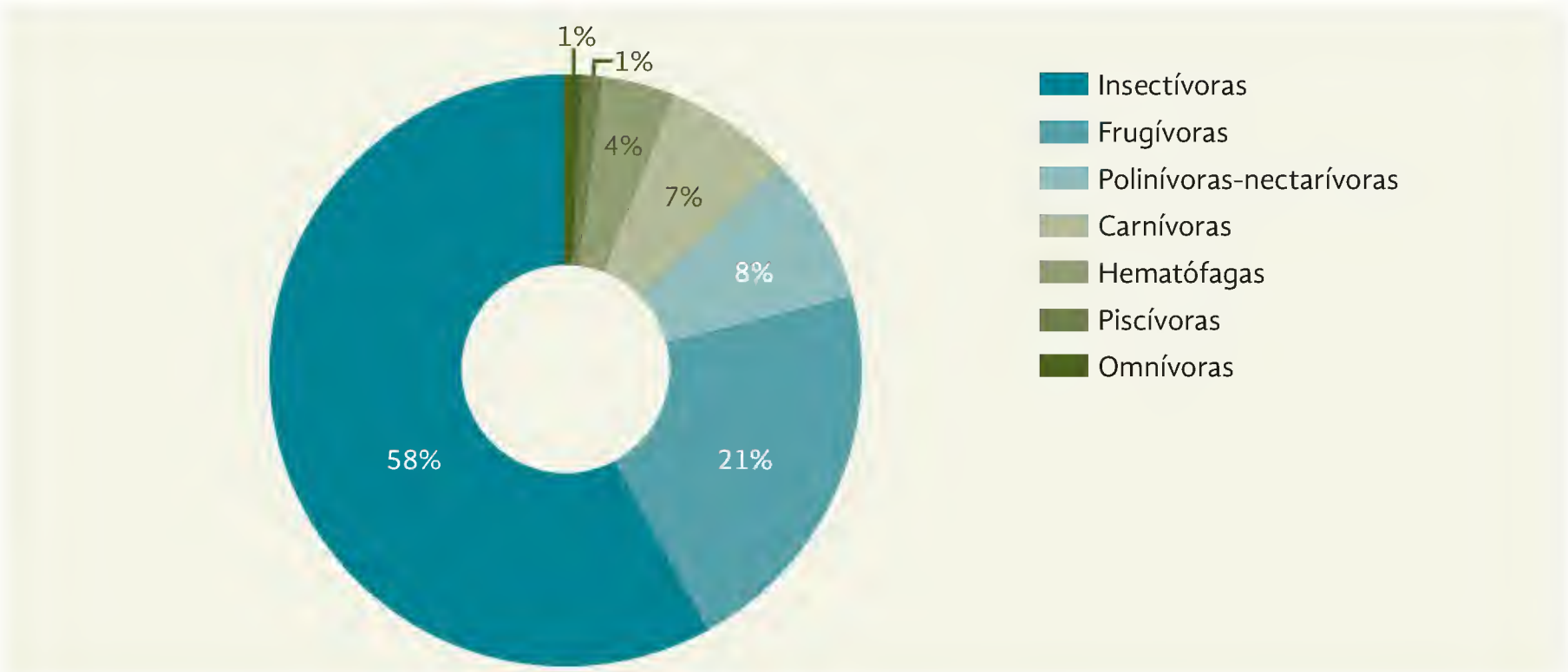


Figura 1. Gremios alimenticios de los murciélagos en el estado. Fuente: elaboración propia basada en la recopilación de datos referidos en este capítulo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. El murciélago de bigote de Parnell (*Pteronotus parnellii*) es una especie que captura insectos al volar entre las ramas o muy cerca de la vegetación dentro de las selvas. Foto: Luis Gerardo Avila-Torresagatón.

nectarívoras, como el murciélago lengüetón de Underwood (*Hylonycteris underwoodi*) o el murciélago lengüetón de Godman (*Choeroniscus godmani*). También están presentes especies carnívoras, como el murciélago de labio verrugoso (*Trachops cirrhosus*) o el murciélago de espada de Thomes (*Lonchorhina aurita*); las hematófagas como el murciélago vampiro de patas peludas (*Diphylla ecaudata*) o el murciélago vampiro común (*Desmodus rotundus*); y finalmente, la especie omnívora murciélago de lanza pálido (*Phyllostomus discolor*) y la ictiófaga murciélago pescador mayor (*Noctilio leporinus*).

Los diferentes recursos alimenticios consumidos por los murciélagos se relacionan estrechamente con la anatomía alar, especio aéreo y estrategias de vuelo, así como con la manera en que obtienen su alimento, es decir, los diferentes sistemas de orientación o ecolocación que utilizan. Esto quiere decir que el tipo de alimento consumido por cada especie se relaciona directamente con la ecomorfología alar y sistema de ecolocación particular de cada especie (Kalko 1997, Schnitzler y Kalko 1998, Sampaio *et al.* 2003, Giannini y Kalko 2004, Gonçalves da Silva *et al.* 2008).

Un ejemplo podría observarse al ocurrir en las selvas tabasqueñas especies como el murciélago de cola corta de Ceba (*Carollia perspicillata*), que consume las infrutescencias de la planta del momo u hoja santa (*Piper* sp.) al volar en el estrato herbáceo-arbustivo; mientras que otras especies, como el murciélago frutero pigmeo (*Dermanura phaeotis*), el murciélago frutero tolteca (*D. tolteca*) o el murciélago de charreteras mayor (*Sturnira hondurensis*) vuelan en el sotobosque cerca al estrato arbustivo-arbóreo para consumir frutos del género *Solanum*. Al mismo tiempo, los murciélagos del género *Artibeus* de mayor talla como el murciélago frutero gigante (*A. lituratus*) o el murciélago frutero de Jamaica (*A. jamaicensis*) muestran tendencias preferenciales a frutos del género *Cecropia* o *Ficus*, mismos que suelen encontrarse en el dosel de las selvas (Gonçalves da Silva *et al.* 2008).

Han sido desarrollados pocos estudios sistemáticos en las selvas tabasqueñas, aun cuando se sabe que los murciélagos son elemento clave para la regeneración de selvas fragmentadas por actividades humanas (Galindo-González *et al.* 2000). Esto abre la posibilidad de explorar acerca de la preferencia alimentaria y efecto de la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en el estado.

En el caso particular de los murciélagos insectívoros de Tabasco, y de acuerdo con la combinación del tipo y área de vuelo, estrategias de forrajeo y de sistema de ecolocación, las especies de murciélagos forman cuatro grupos:

- Insectívoros aéreos de vegetación. Capturan sus presas entre la vegetación; por ejemplo, el murciélago orejas de embudo mexicano (*Natalus mexicanus*) o el murciélago de bigote de Parnell (*Pteronotus parnellii*).
- Insectívoros aéreos de sustrato. Apresan insectos volando al ras del dosel, como el murciélago de barba arrugada norteño (*Mormoops megalophylla*, figura 3) o el murciélago de lomo pelón menor (*Pteronotus davyi*).
- Insectívoros de sustrato. Toman sus presas de las ramas o del suelo; por ejemplo, el murciélago de oreja redonda brasileño (*Lophostoma brasiliense*, figura 4) o el murciélago orejón brasileño (*Micronycteris microtis*).
- Insectívoros aéreos. Capturan sus presas a grandes alturas y en espacios abiertos, se les reconoce como controladores naturales de insectos plagas; por ejemplo, el murciélago con bonete de Underwood (*Eumops underwoodi*), el murciélago mastín de Pallas (*Molossus molossus*), o el murciélago mexicano de cola suelta brasileño (*Tadarida brasiliensis*).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. El murciélago de barba arrugada norteño (*Mormoops megalophylla*) captura insectos mientras vuela sobre el borde de la vegetación en el dosel de las selvas. Foto: Luis Gerardo Avila-Torresagatón.

Figura 4. Los murciélagos insectívoros de sustrato como el murciélago orejón brasileño (*Lophostoma brasiliense*) localizan sus presas al estar perchados en ramas o troncos y las capturan al volar sobre ellas. Foto: Luis Gerardo Avila-Torresagatón.

A razón de las características e interacciones ecológicas desarrolladas por los murciélagos, es notable que los servicios ecológicos ambientales les confieren atributos como un buen grupo bioindicador de la calidad del hábitat (Jones *et al*. 2009). En este sentido, y debido a la severa pérdida de hábitats naturales en el estado, conducir estudios ecológicos que usen como modelo de estudio a los murciélagos podrá dar una perspectiva ecológica amplia del funcionamiento y calidad ambiental en zonas particulares y con alto potencial de conservación en el estado.

Importancia económica

En Tabasco no se han desarrollado estudios que evidencien los beneficios directos generados por los murciélagos como puede ocurrir con las grandes concentraciones de murciélagos insectívoros (miles e incluso millones de individuos en un mismo refugio) que, al emerger de su refugio, consumen varias toneladas de insectos plaga por noche (Cleveland *et al*. 2006).

Por otra parte, la rabia paralítica bovina o derrengue y la rabia en humanos es causa importante de pérdidas económicas en la ganadería, así como problema de salud pública. La rabia es una zoonosis potencialmente fatal y considerada un serio problema de salud pública en los países tropicales de América (OPS 2005). La presencia del murciélago vampiro común (figura 5) en el estado ha sido un factor causal de daños a la economía ganadera, ya que provoca brotes de rabia paralítica bovina (Villa 1966, Sota 1993). Si bien la entidad no se considera libre de rabia bovina, sí es una región donde la enfermedad está controlada, hecho que ha disminuido la muerte de ganado por derrengue (SAGARPA y SENASICA 2012); por ejemplo, en el año 2011 la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) registró a partir de 37 reportes, 16 casos positivos de rabia bovina en los municipios Balancán, Centro, Centla, Emiliano Zapata, Huimanguillo, Jalpa de Méndez y Tenosique (SAGARPA 2011), lo que ha obligado a aplicar vacunas de manera sistemática para evitar la muerte de hatos de ganado y el consecuente golpe a la industria ganadera.

En cuanto a los casos de rabia en humanos, en Tabasco, Chiapas e Hidalgo, la Organización Mundial de la Salud ha documentado algunos casos por contacto con el murciélago vampiro común (OPS 2005).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Murciélago vampiro común (*Desmodus rotundus*). Ésta es una de las tres especies de murciélagos hematófagos, la alimentación del vampiro común se basa en sangre de ganado vacuno, aunque naturalmente su dieta se cimentó en sangre de mamíferos silvestres, como venados, tapires o puercos de monte. Foto: Luis Gerardo Avila-Torresagatón.

La Secretaría de Salud en México reporta la presencia para Tabasco de al menos dos variantes del virus rábico, el V3 y el V11, en ganado equino, caprino, bovino, así como en humanos y en el murciélago vampiro común (SS 2001).

Es posible que en la entidad, las mordeduras a humanos provocadas por el murciélago vampiro común puedan presentarse en algunas áreas rurales e incluso periurbanas, donde el ganado vacuno coexiste con los humanos, dada la cercanía de las casas, mismas que suelen carecer de protección en puertas y ventanas; así como en zonas donde la gente acostumbra dormir a la intemperie en hamacas. En estos casos, es común que las personas agredidas no busquen atención médica adecuada debido al desconocimiento del agente agresor, lo que conlleva a resultados potencialmente fatales (Gómez-Carro *et al.* 2006, Balsamo *et al.* 2011).

Situación y estado de conservación

De las especies de murciélagos de Tabasco, 34% (26 especies) está considerada en alguna categoría de riesgo, protección o amenaza por instancias nacionales e internacionales (Hutson *et al.* 2001, SEMARNAT 2010). Pese a ello, y desafortunadamente, las tendencias poblacionales de las especies de murciélagos son prácticamente desconocidas, y es posible que algunas de éstas, aun sin ser especies bajo protección, se encuentren en declive o hayan desaparecido sin tener certeza de su tamaño.

Es posible que algunas especies de murciélagos formen colonias estacionales de reproducción o maternidad en refugios cavernícolas, particularmente en la sierra del estado, sin aún tener registro de esas poblaciones. En ese sentido, resulta preponderante desarrollar e implementar planes de manejo adecuados para calendarizar las actividades recreativas o científicas al interior de los refugios ocupados por murciélagos.

Principales amenazas

Una de las actividades antrópicas, que se sabe es una seria amenaza para los murciélagos, es la pérdida de vegetación original (Racey y Entwistle 2003, Meyer *et al.* 2008), particularmente para las especies que dependen de hábitats en buen estado de conservación (Galindo-González 2004). En el caso específico de Tabasco, dentro del parque Agua Blanca, Castro-Luna y colaboradores (2007) encontraron que los cambios en los estadios sucesionales de la selva afectan la riqueza y abundancia de murciélagos. Además, identificaron una aparente relación entre la disponibilidad de alimento y el grupo de especies (frugívoros de dosel o insectívoros de sustrato) presentes en cada estadio sucesional de la selva.

Otro factor de presión son los planes mal desarrollados de las actividades ecoturísticas o turismo alternativo, e incluso las de carácter científico (Fenton 2003, Racey y Entwistle 2003); por ejemplo, las visitas a cuevas o grutas ocupadas por murciélagos que pueden ser una seria amenaza para los murciélagos cavernícolas, así como para el resto de los organismos que ocupan esos refugios (McCracken 1989, Racey y Entwistle 2003). Las visitas constantes afectan la dinámica natural de los refugios y alteran las condiciones microclimáticas, lo que obliga a los

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

murciélagos a abandonarlos, sustituyéndolos por otros refugios de menor calidad (Kunz y Lumsden 2003, Avila-Torresagatón 2008). En el estado, alrededor de 50 refugios cavernícolas (entre cuevas y grutas) han sido registrados por la Asociación para el Estudio de las Cuevas Mexicanas (AMCS 2013), varias de éstas son visitadas por al menos nueve de los 12 desarrollos ecoturísticos registrados en Tabasco (Palomino y López 2007); por ejemplo, la Cueva de las Sardinas, las Grutas de Cocona o las Grutas de Cuesta Chica, por lo que es necesario y recomendable generar un plan específico y adecuado a cada refugio para disminuir los efectos negativos en las colonias de murciélagos. Para elaborar los planes de manejo, resulta imprescindible conocer las tendencias poblacionales, así como el uso diferencial y temporal que dan los murciélagos a cada refugio.

En otro orden de ideas pero no menos importantes, las enfermedades emergentes o reemergentes, así como la baja calidad del alimento consumido podrían afectar a las poblaciones de murciélagos en el estado. Un estudio que documenta el síndrome alopécico en varias especies de murciélagos de hoja nasa en la zona urbana y periurbana de Villahermosa sugiere que las deficiencias endócrinas o nutricionales son resultado del tipo y disponibilidad de alimento y baja calidad nutricional de éste, a causa de las actividades humanas (Bello-Gutiérrez *et al.* 2010).

En el caso de las enfermedades en la vida silvestre, en Tabasco se desarrollan investigaciones acerca del efecto de la enfermedad de Chagas y la leishmaniasis sobre las poblaciones de mamíferos (Berzunza-Cruz *et al.* 2015).

En el caso particular de los murciélagos, la conducta social de varias especies pudiera ser un factor que favorezca la presencia de los parásitos, ya que sus vectores (una chinche y un mosquito) se alimentan de sangre de mamíferos, entre ellos los murciélagos; sin embargo, aún no se conocen los efectos de las enfermedades en poblaciones de mamíferos silvestres dentro de Tabasco. Por ello, futuros estudios sobre la ecología de las enfermedades, y el tipo de alimentos y su calidad nutrimental son necesarios para confirmar los supuestos que se han planteado o conocer con certeza los efectos reales y potenciales de las enfermedades emergentes sobre la fauna local.

Conclusión y recomendaciones

En el estado no existe un programa ni plan estatal para el estudio o conservación de los murciélagos. Las áreas naturales protegidas tampoco contemplan en sus planes de manejo (aquellas que los tienen) estrategias o mecanismos de conservación, aprovechamiento o estudio para este grupo biológico. En este sentido, es necesario profundizar estudios sobre la ecología e incluso biología de los murciélagos a escala local, para así robustecer los argumentos científicos que garanticen la permanencia de las poblaciones de estos mamíferos en el estado.

La presencia de líneas arboladas (cercas vivas) que delimitan los terrenos ganaderos, además de la vegetación riparia o ribereña es un componente importante para la conectividad potencial de varias especies de murciélagos en los paisajes fragmentados (Estrada y Coates-Estrada 2001, Avila-Torresagatón 2012), por lo que es necesario incentivar el uso multiespecífico de árboles en las cercas vivas, con especies forrajeras, generadoras de sombra, medicinales y sobre todo especies nativas típicas de las selvas tabasqueñas para favorecer el movimiento de los individuos entre las áreas fragmentadas y disminuir algunos efectos negativos de la fragmentación.

En el caso de las actividades ecoturísticas o de turismo alternativo es importante capacitar adecuadamente a los guías turísticos acerca de la importancia de los murciélagos en los sistemas naturales. La información errónea proporcionada entre guías y visitantes puede generar actos vandálicos en los refugios o directamente sobre los murciélagos.

Por último, pero no menos importante, es la vinculación social del sector académico quienes interdisciplinariamente desarrollen actividades lúdico-educativas cuyo eje central sean los murciélagos. Se ha observado que los programas que enfatizan los servicios ambientales prestados por los murciélagos son una herramienta eficiente ante diversos sectores de la sociedad y mejoran la opinión que se tiene sobre estos (Medellín 2003); por ejemplo, el desarrollo de algunas actividades de educación ambiental a desarrollar en el Parque Museo La Venta, en Villahermosa, que exhibe una colonia de murciélagos fruteros de Jamaica.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

AMCS. Association for Mexican Cave Studies. 2013. En: ‹*http://www.amcs.org/*›, última consulta: 11 de octubre de 2013.

Avila-Torresagatón, L.G. 2008. *Estimación mediante un sistema audiovisual de las poblaciones de cuatro especies de murciélagos en cinco refugios cavernícolas de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, estado de Morelos, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Morelos.

——. 2012. *El ensamblaje de murciélagos de Palenque, Chiapas, México: su relación con los componentes del paisaje*. Tesis de maestría. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Balsamo, G., R.C. Ratard, D.R. Thoppil *et al*. 2011. Human rabies from exposure to a vampire bat in Mexico-Louisiana, 2010. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 60:1050-1052.

Bello-Gutiérrez, J. 2004. Mamíferos del estado de Tabasco: diversidad y especies amenazadas. *Kuxulkab´* 9:5-9.

Bello-Gutiérrez, J., G. Suzán, M.G. Hidalgo-Mihart y G. Salas. 2010. Alopecia in bats from Tabasco, Mexico. *Journal of Wildlife Diseases* 46:1000-1004.

Berzunza-Cruz, M., Á. Rodríguez-Moreno, G. Gutiérrez-Granados *et al*. 2015. *Leishmania (*L.*) mexicana* Infected Bats in Mexico: Novel Potential Reservoirs. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 9(1):e0003438.

Castro-Luna, A.A., V.J. Sosa y G. Castillo-Campos. 2007. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in south-eastern Mexico. *Animal Conservation* 10:219-228.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R.A. Medellín *et al*. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. En: *Los mamíferos silvestres de México*. G. Ceballos y G. Oliva, (coord.). CONABIO/FCE, México, pp. 21-66.

Cleveland, C.J., M. Betke, P. Federico *et al*. 2006. Economic value of the pest control service provided by brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:238-243.

Cruz, P.P. 2010. *Modelos predictivos de distribución de quirópteros en áreas urbanas y exurbanas de la ciudad de Villahermosa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

De la Cruz-Félix, H.K. 2005. *La comunidad de mamíferos en áreas forestales con diferentes historias de incendios en Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Dumont, R.E. 2003. Bats and fruits: an ecomorphological approach. En: *Bat ecology*. T.H. Kunz y M. Brock Fenton (eds.). University of Chicago Press, Illinois, pp. 398-329.

Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2001. Bat species richness in live fences and in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 24:92-102.

Fenton, M.B. 2003. Science and the conservation of bats: where to next?. *Wildlife Society Bulletin* 31:6-15.

Findley, J.S. 1993. *Bats: a community perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.

Galindo-González, J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20:239-243.

Galindo-González, J., S. Guevara y V.J. Sosa. 2000. Bat -and bird-generated seed rain at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14:1693-1703.

García, M.R. 2008. *Diversidad, alfa, beta y gamma de murciélagos del Parque Estatal la Sierra, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Giannini, P.N. y E. Kalko. 2004. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *Oikos* 105:209-220.

Gómez-Carro, S., M.L. Ortiz-Alcaraz, E. Jiménez-Ríos *et al*. 2006. Estudio de caso de rabia humana transmitida por murciélago hematófago en Yucatán, México. *Revista Biomédica* 17:118-122.

Gonçalves da Silva, O.A. Gaona y R.A. Medellín. 2008. Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in Lacandon Forest, México. *Journal of Mammalogy* 89:43-49.

Guzmán, A.C. y J. Bello-Gutiérrez. 2005. Mamíferos de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco, México. *Kuxulkab´* 11: 75-81.

Hall. E.R. 1981. *The mammals of North America. Vol. I*. John Wiley and Sons, Nueva York.

Hutson, A., S.P. Mickleburgh y P.A. Racey. 2001. *Global status survey and conservation action plan: microchiropteran bats*. IUCN/SSC Chiropteran Specialist Group, Reino Unido.

Ibañez, C., R. López-Wilchis, J. B. Juste y M.A. León-Galván. 2000. Echolocation calls and noteworkthy records of *Pteronotus gymnonotus* (Chiroptera: Mormoopidae) from Tabasco, Mexico. *Southwestern Naturalist* 45:345-347.

Jesús, M.J. 2000. *Estado actual de los estudios de quirópteros en Tabasco, México*. Trabajo recepcional (modalidad curso de titulación). UJAT, Tabasco.

Jones, G., D.S. Jacobs, T.H. Kunz *et al*. 2009. *Carpe noctem*: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research* 8:93-115.

Juárez, H.R. 2010. *Riqueza y abundancia de murciélagos en relación con variables ambientales de la ciudad de Villahermosa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Tabasco.

Kalko, E. 1997. Diversity in tropical bats. En: *Tropical biodiversity and systematic*. H. Ulrich (ed.). Proceedings of the International Symposium on Biodiversity and Systematic in Tropical Ecosystems, Alemania, pp. 13-43.

Kalko, E. y O.C Handley Jr. 2001.Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implication for conservation. *Plant Ecology* 153:319-333.

Kunz, H.T. y L.F. Lumsden. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. En: *Bat ecology*. T.H. Kunz y M. Brock Fenton (eds.). University of Chicago Press, Illinois, pp. 3-89.

McCracken, F.G. 1989. Cave conservation: special problems of bats. *National Speliological Society Bulletin* 51:47-51.

Medellín, A.R. 2003. Diversity and conservation of bats in Mexico: research priorities, strategies, and actions. *Wildlife Society Bulletin* 31:87-97.

Medellín, R.A., H. Arita y O. Sánchez. 2008. *Identificación de los murciélagos de México, clave de campo*. Instituto de Ecología-UNAM, México.

Meyer, C.F.J., J. Fründ, W. Pineda y E. Kalko. 2008. Ecological correlates of vulnerability to fragmentation in neotropical bats. *Journal of Applied Ecology* 45:381-391.

OPS. Organización Panamericana de la Salud. 2005. Eliminación de la rabia humana transmitida por perros en América Latina: análisis de la situación, año 2004. OPS, Washington.

Palomino V.B. y G. López. 2007. *Evaluación del programa ecoturístico en zonas indígenas*. Informe final 2006. Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM, México.

Racey P.A. y A.C. Entwistle. 2003. Conservation ecology of bats. En: *Bat ecology*. T.H. Kunz y M. Brock Fenton (eds.). University of Chicago Press, Illinois, pp. 680-743.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2011. La SAGARPA está actuando para combatir la RPB": Limonchi. Comunicado social, Boletín No. 13 del 17 de agosto de 2011, Villahermosa.

SAGARPA y SENASICA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Servicio Nacional de Salud, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2012. Mapas de casos positivos de rabia paralítica bovina. En: ‹*http://www.senasica.gob.mx*›, última consulta: marzo del 2012.

Sampaio, E.M., E. Kalko, E. Bernard *et al*. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38:17-31.

Sánchez-Hernández, C. y M.L. Romero-Almaraz. 1995. Los murciélagos de Tabasco y Campeche una propuesta para su conservación. *Cuadernos del Instituto de Biología-UNAM* 24:9-215.

Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz y C. García-Estrada. 2005. Mamíferos. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). UNAM/CONABIO, México, pp. 283-304.

Schnitzler, H.U. y E. Kalko. 1998. How echolocating bats search and find food. En: *Bats biology and conservation*. T.H. Kunz y P.A. Racey (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 183-196.

SEMARNAP e INE. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y Instituto Nacional de Ecología. 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. INE, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sota, C.A. 1993. Control of bovine paralytic rabies in Latin America and the Caribbean. En: ‹*http://www.fao.org/docrep.htm*›, última consulta: marzo de 2012.

SS. Secretaría de Salud. 2001. Programa de acción: Rabia. En: ‹*http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/rabia.pdf*›, última consulta: noviembre de 2012.

Villa, B. 1966. *Los murciélagos de México*. UNAM, México.

Von Helversen, O. e Y. Winter. 2003. Glossophagine bats and their flowers: costs and benefits for plants and pollinators. En: *Bat ecology*. T.H. Kunz y M. Brock Fenton (eds.). University of Chicago Press, Illinois, pp. 346-397.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Conflicto ardillas y producción coprera

Mircea Gabriel Hidalgo Mihart, Darwin Jiménez Domínguez y Joaquín Bello Gutiérrez

Descripción

El conflicto entre los mamíferos y el ser humano no es nuevo, históricamente ha implicado pérdidas económicas debido a la depredación de animales domésticos y daños en productos agrícolas. El hecho de que muchas especies de mamíferos se alimenten de productos agrícolas deriva de que los cultivos representan una forma relativamente sencilla de obtener alimento, lo que les permite ahorrar tiempo y energía que pueden ocupar en otras actividades, principalmente en la reproducción (Macdonald y Fenn 1994, Fernández-Orueta y Aranda-Ramos 2001). Además, en muchas áreas agrícolas se reduce la presión por depredadores naturales debido a que éstas son sistemas simplificados donde los depredadores frecuentemente son eliminados, por lo que la supervivencia de especies que se alimentan de cultivos es mayor que la que ocurre en sitios cubiertos por los ecosistemas originales (Macdonald y Fenn 1994).

Desde el punto de vista de los productores, cuando los daños producidos por los mamíferos son limitados, normalmente son tolerados y no ejercen ninguna acción específica para reducirlos. No obstante, cuando se incrementa el tamaño de las poblaciones de las especies animales, el deterioro en los cultivos se hace significativo y se genera un problema, en el que es necesario manejar a las poblaciones para reducir el daño y las pérdidas económicas asociadas (Wood 1994).

Un ejemplo de esta situación es la que ocurre con la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) en relación con la producción de palma de coco (*Cocus nucifera*) en Tabasco. La ardilla gris ha sido reportada como la causante de importantes pérdidas de coco en otros sitios de México (Ramírez-Pulido y López-Forment 1976); sin embargo, a pesar de que la producción de coco en el estado se ha desarrollado por más de 50 años, desde hace aproximadamente una década, los productores han reportado un incremento en el daño por parte de las ardillas (De la Cruz 2003, figura 1).

Se calcula que la producción de copra y agua de coco llega a unos 20 millones de dólares anuales en Tabasco, lo que lo convierte en una importante fuente de ingreso para muchos habitantes del estado (figura 2). A decir de los productores, las constantes pérdidas a la producción atribuidas a las ardillas en 2009 habían reducido notablemente sus ganancias, por lo que urgieron a las instancias gubernamentales a llevar a cabo acciones específicas para reducir sus pérdidas. Ante este panorama, con apoyo del gobierno federal y del estado, se evaluó la abundancia de la ardilla gris en la zona coprera, así como el daño que genera en la producción, con el fin de determinar las estrategias de manejo más adecuadas para la especie (Hidalgo-Mihart *et al*. 2012).

En el estudio se cuantificaron las poblaciones de ardillas en 93 sitios a lo largo de la región de producción de palma de coco. Se calculó la densidad en cada lugar a través del conteo directo de los organismos en transectos de franja variable, y se cuantificó el daño producido por las ardillas. La alteración que provocaban a la producción de coco se estimó mediante la relación entre cocos dañados por las ardillas y cocos totales (cocos dañados más cocos no dañados). Tanto la cuantificación de la densidad de ardillas, como el cálculo de daños se realizaron en tres periodos de muestreo: de mayo a agosto 2009 (periodo 1), de septiembre a octubre 2009 (periodo 2), y de noviembre de 2009 a febrero de 2010 (periodo 3).

Hidalgo-Mihart, M.G., D. Jiménez-Domínguez y J. Bello-Gutiérrez. 2019. Conflicto ardillas y producción coprera. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 342-344.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Ejemplar de ardilla *Sciurus aureogaster* alimentándose en un cocotero en la costa del estado. Foto: Darwin Jiménez Domínguez.

Figura 2. La cosecha de copra es una de las actividades que brinda sustento económico a muchas familias que habitan en la zona costera de Tabasco. Foto: Darwin Jiménez Domínguez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La densidad de ardillas varió durante el estudio. En el primer periodo se encontró una densidad de 0.59 a 2.78 ind/ha, en el segundo periodo de 0.23-2.52 ind/ha, y en el tercero de 0.37-0.98 ind/ha. En cuanto a la distribución espacial, la densidad varió entre sitios, ya que fue desde los 0.41 ind/ha en la región Cárdenas hasta los 2.78 ind/ha en Paraíso. El porcentaje de daño también varió entre sitios. En los lugares muestreados de los municipios Paraíso y Centla se encontró, en promedio, 20% de los cocos producidos dañados por las ardillas, y en el resto del estado fueron deteriorados menos de 10% de los cocos producidos. Al relacionarse la densidad de ardillas con la proporción de cocos dañados, se halló que existe una relación positiva significativa, de tal modo que, a mayor densidad de ardillas, más daño en los cocos (Hidalgo-Mihart *et al.* 2012).

Con base en la extrapolación del daño por regiones y área cultivada, se encontró que los daños en la producción de coco ocasionados por las ardillas van de 6.5 a 7.2 millones de pesos por año, lo cual afecta de manera significativa los ingresos de los productores (Hidalgo-Mihart *et al.* 2012). Este resultado enfatiza la necesidad de aplicar un programa de manejo que tenga como objetivo reducir la densidad de ardillas y minimizar las afectaciones que ocasionan estos animales a la producción de coco; sin embargo, plantear una estrategia de manejo que afecte una población de fauna silvestre puede tener implicaciones colaterales en otras especies silvestres, las cuales pueden afectarse directa e indirectamente. Por esta razón, se debe evaluar una estrategia para controlar la población de ardillas, que integre diversos métodos de control de alta eficiencia y mínimo impacto ambiental, así como evaluar la relación costo-beneficio de la aplicación de la estrategia de manejo (Fiedler y Fall 1994).

Referencias

De la Cruz, V. 2003. *Diagnóstico de la problemática relacionada con la ardilla (Sciurus aureogaster), en las plantaciones de coco en Paraíso, Tabasco y propuestas de solución*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Fernández-Orueta, J. y Y. Aranda-Ramos. 2001. *Methods to control and eradicate non-native terrestrial vertebrate species*. Council of Europe Publishing, España.

Fiedler, L.A. y M.W. Fall. 1994. Rodent control y practice: tropical field crops. En: *Rodent pests and their control*. A.P. Buckle y R.H. Smith (eds.). CAB International, Reino Unido, pp. 313-338.

Hidalgo-Mihart, M.G., J. Bello-Gutiérrez y D. Jiménez-Domínguez. 2012. Estudio que permita métodos de control de la ardilla en el cultivo del cocotero avalado por la SEMARNAT. Informe Técnico. UJAT/Fundación PRODUCE, Tabasco.

Macdonald, D.W. y M.G.P. Fenn. 1994. The natural history of rodents: preadaptations to pestilence. En: *Rodent pests and their control*. A.P. Buckle y R.H. Smith (eds.). CAB International, Reino Unido, pp. 1-22.

Ramírez-Pulido, J. y C. López-Forment. 1976. Daños de la ardilla arborícola (*Sciurus aureogaster*) en los cocoteros de la costa grande de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 47:67-73.

Wood, B.J. 1994. Rodents in agriculture and forestry. En: *Rodent pests and their control*. A.P. Buckle y R.H. Smith (eds.). CAB International, Reino Unido, pp. 45-84.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Uso de hábitat por el mono aullador negro (*Alouatta pigra*) en una plantación de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) en Balancán

Hilda María Díaz López, Lilia María Gama Campillo, Juan Carlos Serio Silva y Ricardo Alberto Collado Torres

Descripción

Es conocido que los bosques tropicales, además de fungir como reservorios de biodiversidad, son fuentes de explotación de recursos maderables. En México existe una clara demanda de este recurso, por lo que las plantaciones forestales se diseñaron como una alternativa sustentable para producir madera e intentar reducir el deterioro de los sistemas naturales (Maldonado-Mares 2003). Al respecto, uno de los estados que mantiene un importante programa de plantaciones comerciales es Tabasco, donde la propagación de algunas especies de eucaliptos se ha fomentado hasta alcanzar una superficie de 12 819 ha cultivadas, que son usadas para producir celulosa (Martínez-Ruiz *et al.* 2006).

Con todo lo que significa el uso forestal para satisfacer las necesidades humanas, es importante recordar la presencia de numerosas e importantes especies de fauna en estos ambientes. Una de las especies localizadas en las plantaciones de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) de Tabasco es el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), el cual está catalogado en peligro de extinción (SEMARNAT-2010) y se distribuye de manera natural en los bosques tropicales de México, Guatemala y Belice. En México se ubica 80% de su rango geográfico de distribución, que incluye a Tabasco, donde está en simpatría con *A. palliata mexicana*, además de que se distribuye en la parte norte de Chiapas, y es la única especie de *Alouatta* en Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Watts y Rico Gray 1987). Esta especie de primate habita sitios que van desde selvas hasta acahuales de parches continuos o fragmentados (González-Kirchner 1998); sin embargo, existen pocos reportes en el mundo acerca de poblaciones de primates, y más aún de *Alouatta*, que habiten plantaciones de eucaliptos (PrimateLit 2009).

Aún con lo poco usual que pudiera resultar este hallazgo, se han observado tropas de *A. pigra* en plantaciones de eucalipto en el municipio Balancán. Esto ha mostrado el despliegue de sus patrones conductuales habituales, dedicando más tiempo al descanso (Crockett y Eisenberg 1986). Este comportamiento funciona como un mecanismo regulador que les permite enfrentar la presión de abastecer sus requerimientos energéticos a partir de su dieta alta en follaje y baja en energía rápidamente digerible (Ortiz-Martínez *et al.* 1999). De esta forma, la locomoción se reduce a la búsqueda de alimentos, y se minimizan las interacciones sociales, las cuales son poco frecuentes en este género (Cristóbal-Azkarate 2003). Su principal fuente de alimento proviene de las leguminosas y las moraceas, en especial sus hojas, flores y frutos (Serio-Silva *et al.* 2002). En la plantación de eucalipto se ha observado que son capaces de consumir hasta 45 especies diferentes de vegetales (cuadro 1), lo que varía de acuerdo con la estación climática. Desafortunadamente, a pesar de este importante hallazgo que permite identificar la forma en que esta especie se adapta de forma ecológica y conductual a ambientes transformados, estas plantaciones tienen un fin comercial y, en el ámbito industrial, deben aprovecharse en fechas próximas (Martínez-Ruíz *et al.* 2006).

Algunos autores han señalado a las plantaciones forestales como alternativas para mantener la biodiversidad (Watt *et al.* 2002, Rotenberg 2007), aunque esto no represente una opción a largo plazo; por ejemplo, en 2009 dio inicio la cosecha de la plantación y, en los alrededores del ejido, existen muy pocas áreas de vegetación alternativa, por lo que la persistencia de los monos aulladores y de otras especies de animales hacia fragmentos vecinos es incierta (figuras 1 y 2). Por lo tanto, algunas opciones

Díaz-López, H.M., L. Gama, J.C. Serio-Silva y R. Collado. 2019. Uso de hábitat por el mono aullador negro (*Alouatta pigra*) en una plantación de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) en Balancán. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 346-349.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies vegetales consumidas por dos tropas de monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) en el ejido El Arenal, Balancán, Tabasco.

Familia	Especie	Nombre común
Anacardiaceae		
	Astronium graveolens	Jobillo
Apocynaceae		
	Urechites andrieuxii	
Araceae		
	Philodendron radiatum	
	Syngonium podophyllum	Bola de toro
Aristolochiaceae		
	Aristolochia ovalifolia	
Asclepiadaceae		
	Gonolobus sp.	
Bignoniaceae		
	Arrabidaea chica	
	Ceratophytum tetragonolobum	
	Paragonia pyramidata	
	Xylophragma seemannianum	
	Ceiba pentandra	Ceiba
	Cordia alliadora	Bojón
	Cordia sp.	
Burseraceae		
	Bursera simaruba	Palo mulato
Caricaceae		
	Carica mexicana	Oreja de mico
Cecropiaceae		
	Cecropia obtusifolia	Guarumo
Cochlospermaceae		
	Cochlospermun vitifolium	Pochote
Convolvulacea		
	Jaquemontia sp.	
Cucurbitaceae		
	Sicydium tamnifolium	
Fabaceae		
	Albizia leucocalyx	Guaciban
	Andira galeottiana	Maco
	Diphysa sp.	
	Enterolobium cyclocarpum	Piche
	Haematoxylum campechianum	Tinto
	Inga sp.	
	Inga vera	Celele
	Lonchocarpus guatemalensis	Gusano
	Lonchocarpus sp.	
	Machaerium cirrhiferum	
	Sp. 1	Chucum
	Sp. 2	
	Sp. 3	Cola o rabo de iguana
	Vigna adenantha	
Malpighiaceae		
	Byrsonima crassifolia	Nance
	Stigmaphyllon humboldtianum	
Moraceae		
	Brosimum alicastrum	Ramón
	Ficus sp.	Lechoso
Myrtaceae		
	Eucalyptus sp.	Eucalipto
Polygonaceae		
	Coccoloba barbarensis	Bolchiche
Sapindaceae		
	Serjania sp.	
Simaroubaceae		
	Simarouba glauca	Zapatero
Smilacaceae		
	Smilax dominguensis	
Sterculiaceae		
	Guazuma ulmifolia	Guácimo
Tiliaceae		
	Luehea speciosa	Guácimo de montaña
Vitaceae		
	Ampelocissus erdwendbergii	

Fuente: Díaz-López 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para establecer estrategias de conservación a la biodiversidad son: 1) realizar campañas de educación ambiental; 2) diseñar sistemas agroforestales donde las actividades agropecuarias son el sustento de las familias, considerando las particularidades de cada sitio, ya que un buen diseño producirá y conservará al mismo tiempo (Soto *et al.* 2008); y 3) establecer cercos vivos, los cuales han probado ser sitios potenciales de percha, descanso y protección para la fauna silvestre (Estrada 2008). Por otro lado, algunas estrategias que contribuyen a la permanencia de los monos en este sitio son crear proyectos para el establecimiento de corredores biológicos, fomentar la reforestación de las zonas ribereñas (Palacios-Silva y Mandujano 2008) y promover proyectos de ecoturismo.

Como una prueba del éxito de estrategias de conservación, Horwich y Lyon (1988) crearon un santuario para conservar al mono aullador negro (*A. pigra*) en Belice. En él, como parte de su programa, dieron pláticas de educación ambiental, conversaron con las personas del sitio, mantuvieron la vegetación ribereña, establecieron cercos vivos entre propiedades y entre cultivos, seleccionaron árboles de importancia para los monos y para el ganado, se establecieron pasos aéreos entre fragmentos y se desarrolló un programa de ecoturismo. Estos esfuerzos han contribuido al aumento de la población de monos y han promovido la protección general del bosque (Robles 2009). Para que todo se lleve a cabo, es importante la participación, compromiso e integración de las distintas organizaciones sociales e instituciones, en una coordinación eficaz y horizontal en torno a un objetivo de un programa integral de manejo de recursos naturales y de gestión participativa (Castro-Hernández *et al.* 2003).

Figura 1. Mono aullador descansando en la plantación de eucalipto. Foto: H. Díaz-López y R. Collado-Torres.

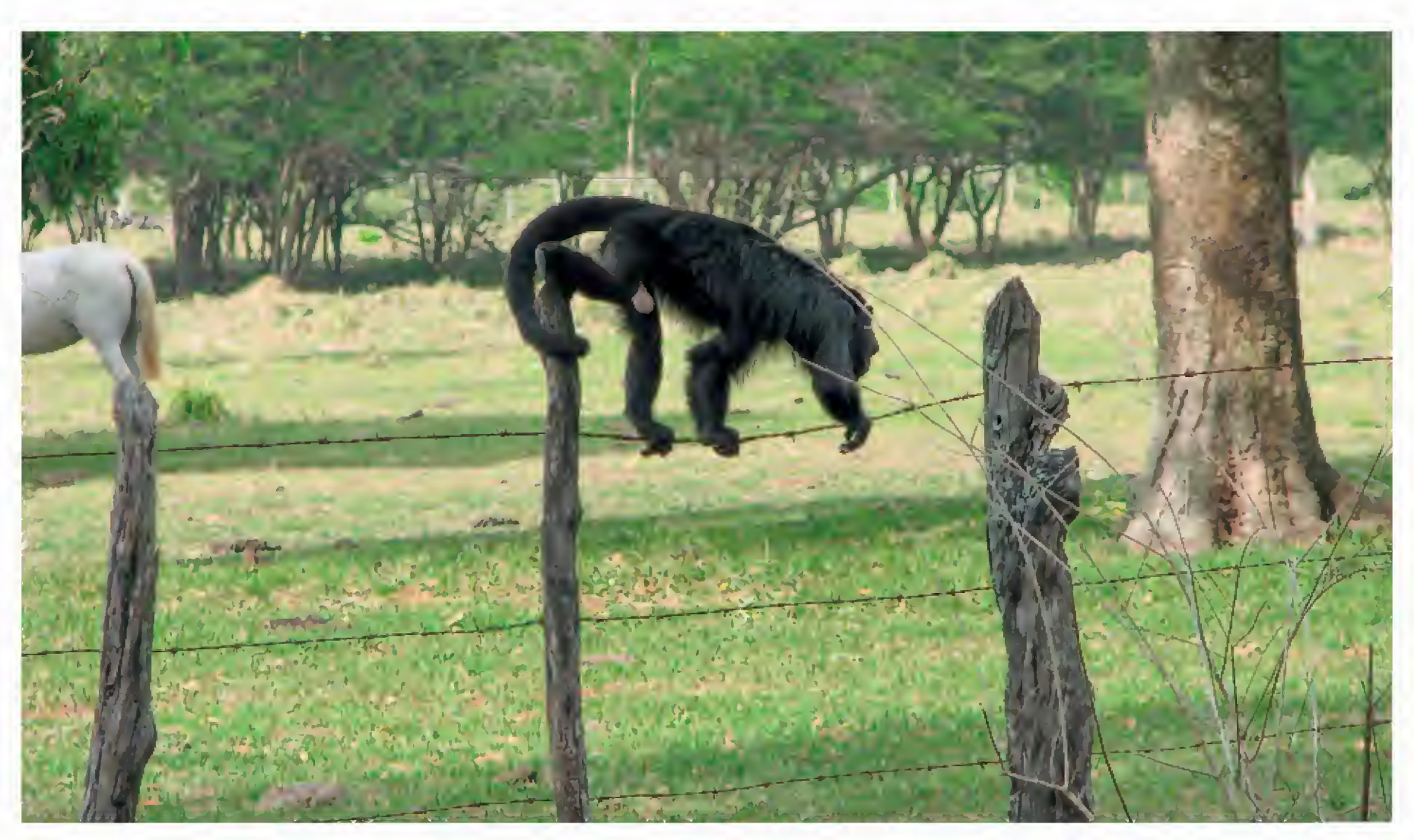


Figura 2. Mono aullador desplazándose por los cercos. Foto: H.M. Díaz-López y R. Collado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Castro-Hernández, J.C., R. Hernández, S. Náñez *et al.* 2003. *Conservación con base en la comunidad*. The Nature Conservancy, Virginia.

Cristóbal-Azkarate, J. 2003. *Determinación de la capacidad de carga de un hábitat y evaluación de la capacidad de adaptación conductual y social de los monos aulladores (Alouatta palliata mexicana)*. Tesis de doctorado en etología de los primates. Universidad de Barcelona, Barcelona.

Crockett, C.M. y J.F. Eisenberg. 1987. Howlers: variations in group size and demography. En: *Primate societies*. B.B. Smuts, D.L. Cheney, R.M. Seyfarth *et al.* (eds.). University of Chicago Press, Illinois, pp. 54-68.

Díaz-López, H.M. 2010. *Uso del espacio horizontal y vertical por Alouatta pigra en el dosel de plantaciones agroforestales de eucaliptos (Eucalyptus spp.) en Balancán, Tabasco*. Tesis de maestría en ciencias ambientales. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Estrada, A. 2008. Fragmentación de la selva y agrosistemas como reservorios de conservación, de la fauna silvestre en Los Tuxtlas, Veracruz. En: *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. C.A. Harvey y J.C. Sáenz (eds.). Editorial INBio, Costa Rica, pp. 327-348.

González-Kirchner, J.P. 1998. Group size and population density of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Muchukux forest, Quintana Roo, México. *Folia Primatologica* 69:260-265.

Horwich, R. y J. Lyon. 1988. Experimental technique for the conservation of private lands. *Journal of Medical Primatology* 17:169-176.

Maldonado-Mares, F. 2003. *Análisis comparativo de la productividad de sistemas agroforestales de cedro-plátano en Tabasco*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Tabasco.

Martínez-Ruiz, R., H.S. Azpíroz-Rivero, J.L. Rodríguez de la O *et al.* 2006. Importancia de las plantaciones forestales de *Eucalyptus*. *Ra Ximhai* 2:815-846.

Ortiz-Martínez, T.J, S. Juan, A. Estrada y R. Coates-Estrada. 1999. Patrón de actividades de *Alouatta palliata* en un fragmento de selva en Los Tuxtlas, México. *Neotropical Primates* 7:80-83.

Palacios-Silva, R. y S. Mandujano. 2008. Fragmentación de la selva y agrosistemas como reservorios de conservación, de la fauna silvestre en Los Tuxtlas, Veracruz. En: *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. C.A. Harvey y J.C. Sáenz (eds.). Editorial INBio, Costa Rica, pp. 451-473.

PrimateLit. 2009. A bibliographic database for primatology. En: ‹*http://primatelit.library.wisc.edu/*›, última consulta: 5 de noviembre de 2009.

Robles, M.B. 2009. *Potencial de restauración del hábitat de mono aullador, Alouatta palliata mexicana (Merriam, 1902), en un paisaje altamente fragmentado de Los Tuxtlas, Veracruz*. Tesis de maestría en ciencias de manejo de fauna silvestre. Instituto de Ecología, A.C., Veracruz.

Rotenberg, J.A. 2007. Ecological role of a tree (*Gmelina arborea*) plantation in Guatemala: An assessment of an alternative land use for tropical avian conservation. *The Auk* 124:316-330.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Serio-Silva, J., V. Rico-Gray, L.T. Hernández-Salazar y R. Espinosa-Gómez. 2002. The role of *Ficus* (Moraceae) in the diet and nutrition of a troop of mexican howler monkeys, *Alouatta palliata mexicana*, released on an island in southern Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 18:913-928.

Soto, P.L., G. Jiménez y T. Lerner. 2008. *Diseño de sistemas agroforestales para la producción y la conservación*. ECOSUR, México.

Watt, A.D., N.E. Stork y B. Bolton. 2002. The diversity and abundance of ants in relation to forest disturbance and plantation establishment in southern Cameroon. *Journal of Applied Ecology* 39:18-30.

Watts, E. y V. Rico-Gray. 1987. Los primates de la península de Yucatán, México: estudio preliminar sobre su distribución actual y estado de conservación. *Biotropical* 12:57-66.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: El manatí (*Trichechus manatus manatus*) en los sistemas fluviolagunares

León David Olivera Gómez y Darwin Jiménez Domínguez

Distribución en México

En México la distribución histórica del manatí (*Trichechus manatus manatus*) se extendía por toda la vertiente del golfo de México y del mar Caribe. Tabasco y regiones adyacentes del norte de Chiapas y sur de Campeche contienen una de las poblaciones más grandes de manatíes en México. Esto está basado en los constantes registros de avistamientos y de varamientos, así como en estimaciones de viabilidad poblacional que calculan un tamaño superior a los 500 individuos (Guichard *et al.* 2001, Deutsch *et al.* 2008, Jiménez-Domínguez 2009b, Quintana-Rizzo y Reynolds III 2011). La otra población importante de estos animales, que quizá no pase de los 500 individuos, se localiza en la costa del Caribe de México (Morales-Vela y Olivera-Gómez 1997, Morales-Vela *et al.* 2000, Quintana-Rizzo y Reynolds III 2011). En Veracruz y en las costas de la península de Yucatán se registra, esporádicamente, la presencia de la especie. Genéticamente, se estima que la población del sur del golfo de México tiene una conexión limitada con la de la costa del Caribe que, a su vez, tiene flujo más extenso con manatíes de las Antillas y Sudamérica (Robles-Saavedra *et al.* 2009, Nourison *et al.* 2011).

Distribución en Tabasco

La mayor parte del territorio tabasqueño es una gran planicie en la que confluyen las cuencas de grandes ríos, principalmente el Grijalva y Usumacinta, los cuales crean un complejo sistema de lagunas y arroyos interconectados que proporcionan el hábitat para el manatí (figura 1). En las tres últimas décadas, algunos estudios han confirmado la presencia de la especie principalmente en las cuencas bajas del Usumacinta y Grijalva y sus principales tributarios, en los municipios Tenosique, Balancán, Emiliano Zapata, Jonuta, Macuspana, Centla y Centro (Colmenero y Hoz 1986, Álvarez *et al.* 1988, Arriaga y Contreras 1993, Olivera-Gómez 2007, Guzmán-Nieto 2008, Jiménez-Domínguez 2009a). En los años ochenta y noventa, en los municipios Centla y Paraíso, el río González se reportaba como un área importante para los manatíes (Arriaga y Contreras 1993), pero entrevistas recientes a los habitantes de esta zona documentan que estos animales se observan esporádicamente y sólo en algunos sitios (Puc-Carrasco *et al.* 2016). En otras zonas del estado los registros se reducen a algunos casos de animales muertos y de manera esporádica.

La distribución espacial de los manatíes está asociada a los ciclos de inundación, ya que tienden a moverse localmente de los ríos y arroyos hacia los sistemas de lagunas adyacentes cuando el incremento en el caudal les permite incursionar en áreas donde la vegetación es más abundante, accesible y diversa. Una vez que el nivel del agua comienza a descender, los manatíes se desplazan hacia los ríos principales y, por lo general, permanecen en sitios de confluencia u otros cuerpos de agua con mayor profundidad y poca corriente, donde encuentran un mejor refugio, aunque con menos accesibilidad y diversidad de plantas (Guzmán-Nieto 2008, Olivera-Gómez 2007, Jiménez-Domínguez 2009a). Sin embargo, algunos animales permanecen en las lagunas sujetas a desecación y experimentan periodos de escasez de alimento e incremento de la temperatura (Olivera-Gómez 2008). En casos extremos, los animales han tenido que ser traslocados a secciones cercanas del río Usumacinta (figuras 2 y 3) (Morales-Vela y Olivera-Gómez 1996, Olivera-Gómez y Jiménez-Domínguez 2010).

Olivera-Gómez, L.D. y D. Jiménez-Domínguez. 2019. El manatí (*Trichechus manatus manatus*) en los sistemas fluviolagunares. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 350-354.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Principales amenazas

La permanencia de esta especie en la región se ve amenazada por diversos factores que provocan su mortalidad y limitan la conectividad funcional de su hábitat y, por lo tanto, su libre desplazamiento en el área. Entre estos factores destaca el uso de la técnica de pesca conocida localmente como "tape o trasmallo", que consiste en la colocación de redes a lo ancho de algunos ríos secundarios y arroyos a principios y finales de la época de lluvias. Cuando el nivel del agua comienza a aumentar y a disminuir, éste afecta los movimientos de los peces y de los manatíes, lo que limita su desplazamiento y, a su vez, aumenta el riesgo de mortalidad, en especial de los manatíes jóvenes y crías que quedan atrapados en estas redes. Este problema se identificó desde estudios que exploraron la distribución del manatí en el estado en la década de los ochenta (Colmenero y Hoz 1986, Álvarez *et al*. 1988), aunque este aspecto ha permanecido desatendido a pesar de la regulación en la legislación.

Por otra parte, la alteración y fragmentación del hábitat propiciada por la construcción de caminos, la infraestructura hidráulica y los cercados de terrenos en zonas inundables también afecta el desplazamiento y acceso a recursos para los manatíes. La navegación pluvial resulta una amenaza para esta especie, sobre todo en el inicio de las sequías, cuando los animales pasan más tiempo en arroyos secundarios de poca profundidad cuando salen de los sistemas lagunares. Las embarcaciones de motor, barcazas para movilizar equipos e insumos industriales, y la maquinaria utilizada para el mantenimiento de canales son una amenaza latente a juzgar por lesiones encontradas en animales muertos por causas no determinadas (observación personal).

Otros factores menos perceptibles se suman a las amenazas que reducen la recuperación de las poblaciones de manatíes, como la contaminación y la acumulación de basura, la deforestación y erosión de las riberas, enfermedades emergentes y los desastres naturales.

Situación y estado de conservación

Como se puede apreciar, la distribución del manatí es discontinua como resultado de las amenazas anteriormente mencionadas, de la intensiva cacería a la que estuvo sujeto (Campbell y Gicca 1978, SEMARNAT 2001), y de factores como su baja tasa reproductiva y los riesgos que enfrenta por alteración del hábitat y mortalidad directa por actividades humanas (SEMARNAT 2001). Por estos antecedentes, el manatí se considera en peligro de extinción en México (SEMARNAT 2010) y se enlista como una de las especies prioritarias para su conservación (CONANP 2010).

Conclusión

De acuerdo con los avistamientos de grupos reproductivos y de crías, con los casos de mortalidad o rescate de crías, así como con los estudios ecológicos, etnobiológicos, genéticos y de salud, se concluye que el manatí se sigue reproduciendo activamente en la región, lo que evidencia que los sistemas fluviolagunares de Tabasco aún presentan condiciones para establecer y mantener esta especie en la región.

Hasta el momento se han identificado áreas importantes de distribución, zonas con poblaciones aisladas, sitios con diferentes factores de riesgo y que se consideran prioritarios para conservar la especie, como los sistemas lagunares ubicados entre los municipios Jonuta, Emiliano Zapata y Balancán. En todo el estado se llevan a cabo esfuerzos en conjunto con autoridades locales, federales e instituciones académicas y de investigación para atender los casos de varamientos, lo que ha dado pie a un programa

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

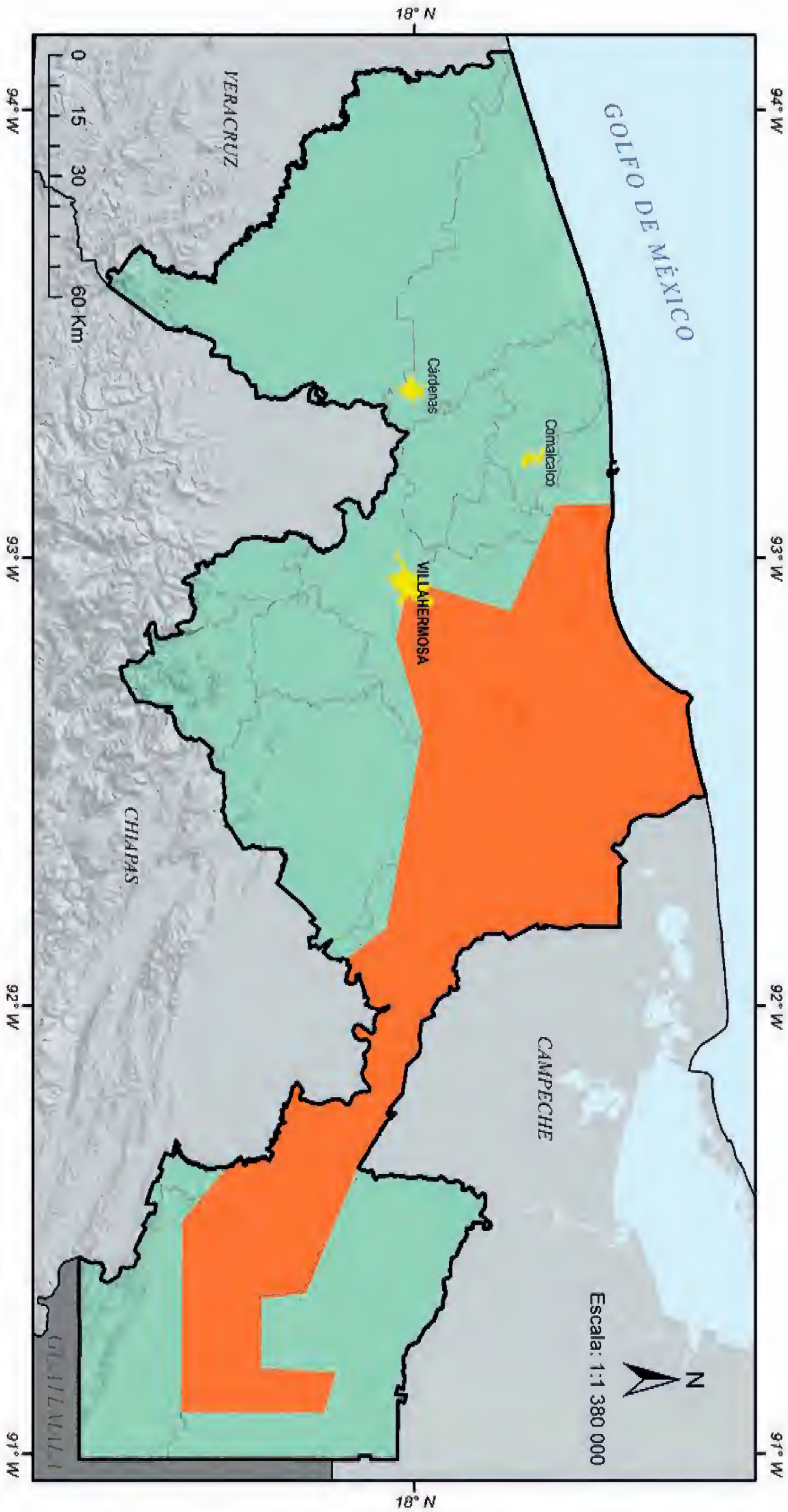


Figura 1. Distribución actual del manatí en Tabasco (área sombreada en naranja) con base en registros directos, rastros y entrevistas. La especie puede estar en otras áreas, pero los registros son muy esporádicos. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Manatí rescatado en una laguna aislada de Tabasco en proceso de desecación. Foto: Suad Jorge Vargas.

de rescate de crías huérfanas para rehabilitarlas y reincorporarlas a la vida silvestre, así como otras estrategias para generar mayor conocimiento sobre la abundancia de la población regional y el trabajo con pescadores, comunidades ribereñas e industrias como PEMEX. Estas estrategias se incluyeron en el Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Manatí (*Trichechus manatus manatus*).

Referencias

Álvarez, C., A. Aguayo-Lobo y L. Jhonson. 1988. Observaciones sobre el manatí *Trichechus manatus* en la región media del Usumacinta, Tabasco. En: *Memorias del Simposio: ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos. Tabasco.

Arriaga, W.S. y W. Contreras. 1993. El manatí (*Trichechus manatus*) en Tabasco. Informe técnico. UJAT, Villahermosa.

Campbell, H.W. y D. Gicca. 1978. Reseña preliminar del estado actual y distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 49:257-264.

Colmenero, L.C. y M.E. Hoz. 1986. Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 56:955-1020.

Figura 3. Cría en cautiverio después de ser rescatada en Chablé, municipio Emiliano Zapata, Tabasco. Foto: D. Jiménez-Domínguez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. Programa de conservación de especies en riesgo. En: ‹*http://procer.conanp.gob.mx/*›, última consulta: diciembre de 2010.

Deutsch, C.J., C. Self-Sullivan y A. Mignucci-Giannoni. 2008. *Trichechus manatus*. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. En: ‹*www.iucnredlist.org*›, última consulta: junio 2012.

Guichard, C., S. Ellis, Y. Matamoros y U. Seal (eds.). 2001. Análisis de la viabilidad poblacional y del hábitat del manatí en México. Informe. Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN), Minesota.

Guzmán-Nieto, J. 2008. *Conocimiento y apreciación del manatí y su relación con la calidad del hábitat en la cuenca del río Usumacinta*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Villahermosa.

Jiménez-Domínguez, D. 2009a. *Uso de hábitat del manatí antillano (Trichechus m. manatus) en sistemas fluvio-lagunares del río Usumacinta, México*. Tesis de maestría en ciencias ambientales. UJAT, Villahermosa.

Jiménez-Domínguez, D. 2009b. Los humedales tabasqueños: ¿Un hábitat ideal para el manatí? *Diálogos* 29:20-24.

Morales-Vela., B. y L.D. Olivera-Gómez. 1996. Manatee rescue in Chiapas. *Sirenews, Newsletter of the IUCN/SSC Sirenia Specialist Group* 25:11.

Morales-Vela, B. y L.D. Olivera-Gómez. 1997. Distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo, México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM, Serie Zoología* 68(1):153-164.

Morales-Vela, B., L.D. Olivera-Gómez, J.E. Reynolds III y G.B. Rathbun. 2000. Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, Mexico. *Biological Conservation* 95:67-75.

Nourisson, C., B. Morales-Vela, J. Padilla-Saldıvar *et al.* 2011. Evidence of two genetic clusters of manatees with low genetic diversity in Mexico and implications for their conservation. *Genetica* 139:833-842.

Olivera-Gómez, L.D. 2007. Manatees at freshwater systems in southeastern Mexico. *Newsletter of the IUCN/SSC Sirenia Specialist Group* 48:11-13.

——. 2008. Los manatíes y el cambio climático. *Diálogos* 28:11-16.

Olivera-Gómez, L.D. y D. Jiménez-Domínguez. 2010. Distribución y amenazas para la conservación del manatí (*Trichechus manatus*) en humedales de Tabasco. *En: Resúmenes del Congreso de la Sociedad Mexicana de Zoología*. Villahermosa.

Puc-Carrasco, G., L.D. Olivera-Gómez, S. Arriaga-Hernández y D. Jiménez-Domínguez. 2016. Relative abundance of Antillean manatees in the Pantanos de Centla Biosphere Reserve in the coastal plain of Tabasco, Mexico. *Ciencias Marinas* 42(4):261-270.

Quintana-Rizzo, E. y J. Reynolds III (comps). 2010. Regional Management Plan for the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). Caribbean Environment Programme. Reporte técnico No. 48. PNUMA, Kingston.

Robles-Saavedra, M.R., B. Morales-Vela, C. Scott-Baker y L. Medrano-González. 2009. Identidad genética de los manatíes (*Trichechus manatus*) de México y un modelo simple de dispersión y diferenciación poblacional. En: *60 años de la Colección Nacional de mamíferos del Instituto de Biología-UNAM. Aportaciones al conocimiento y conservación de los mamíferos mexicanos*. F. Cervantes, Y. Hortelano y J. Vargas (eds.). Instituto de Biología-UNAM, México, pp. 243-250.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Proyecto de conservación, recuperación y manejo del manatí *Trichechus manatus* en México. Serie PREP No. 11. SEMARNAT/Dirección General de Vida Silvestre.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Introducción a la biodiversidad dentro de la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa

Laura Rosales Lagarde

Introducción

Las cuevas o grutas sirven de refugio u hogar a diferentes especies, desde microorganismos hasta vertebrados. Es importante estudiar estas poblaciones, pues su deterioro sirve como índice de la degradación del ecosistema circundante, ya sea por deforestación, contaminación o sobrepoblación, entre otros, debido a que las cuevas constituyen ambientes con condiciones relativamente estables en comparación con el exterior (Moore y Sullivan 1977). Las grutas se caracterizan por la ausencia de luz y, a menudo, por la escasez de recursos alimenticios. Por lo general, estos alimentos vienen del exterior, ya sea por medio de corrientes de agua, por caída gravitacional, por heces o por los cuerpos de animales una vez que mueren; además, las rocas y el agua de manantiales contienen sustancias en bajas concentraciones que pueden servir de alimento a microorganismos especializados en digerirlos.

Cualquier animal que vive dentro de las cuevas es considerado cavernícola (Barr 1968). De acuerdo con Schiner-Racovitza, estos organismos se clasifican como troglobios, troglófilos y trogloxenos dependiendo de cuánto tiempo vivan dentro de las cuevas (White y Culver 2012):

- Los troglobios se han adaptado a la oscuridad y a la relativa poca disponibilidad de nutrientes, por lo que están restringidos a vivir exclusivamente dentro de las grutas.
- Los troglófilos pueden completar su ciclo de vida dentro o fuera del mundo subterráneo.
- Los trogloxenos viven en la superficie y en las entradas de las cuevas, pero no pueden completar su ciclo de vida dentro de ellas.

Tabasco es una región con desarrollo de carso (karst; Espinasa-Pereña 1990) en el cual se han topografiado al menos 50 cuevas (véase Caracterización física del medio ambiente subterráneo, en esta obra). Se ha registrado fauna por lo menos en 14 cuevas en Tabasco (Reddell 1981, Hoffman *et al.* 1986); de entre éstas, la Cueva de Villa Luz se ha estudiado con mayor detalle debido a su gran biodiversidad, la cual se incrementa por la presencia de varias fuentes alimenticias. En Cueva de Villa Luz los manantiales sulfhídricos proveen de alimento a numerosas colonias de microorganismos; varias aperturas en el techo, tragaluces o claraboyas permiten la interacción de gases, la entrada de agua de lluvia y de materia orgánica (Hose *et al.* 2000; véase Caracterización física del medio ambiente subterráneo, en esta obra).

La Cueva de Villa Luz se conoce por diferentes nombres, lo cual puede crear confusión. Esta cueva es una de las principales atracciones del parque ecoturístico de Villa Luz, localizado en la cercanía de Tapijulapa. Se refieren a esta cueva con los siguientes nombres:

- Localmente como Cueva de Villa Luz, Cueva de las Sardinas o Cueva del Azufre.
- En la literatura bioespeleológica mexicana se le llama Cueva de Las Sardinas.
- En literatura sobre la biología de los peces como Cueva del Azufre.
- Algunos promotores de turismo la nombran Cueva de La Sardina Ciega.
- En literatura relacionada a sus habitantes microbianos, la caracterización de la cueva y espeleogénesis como Cueva de Villa Luz.

Se hace referencia a esta cueva con el nombre de Cueva de Villa Luz, pues es la cueva más grande

Rosales Lagarde, L. 2019. Introducción a la biodiversidad dentro de la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 355-357.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

topografiada en el parque con dicho nombre, porque los peces que viven dentro son de la familia Poeciliidae (Plath *et al.* 2006a) y no de la familia a la que pertenecen las sardinas, y para evitar confusión con el nombre de la Cueva de Luna Azufre, también ubicada dentro del mismo parque.

La Cueva de Villa Luz ha sido visitada desde tiempos prehispánicos como sugiere la realización de la Ceremonia de La Pesca (véase Caracterización física del medio ambiente subterráneo, en esta obra). Los primeros registros científicos de esta cueva datan de 1896 (Plath *et al.* 2006a), pero su estudio continúa para entender su diversidad biológica, su formación, el origen del ácido sulfhídrico en el agua y su relación con otras cuevas. Se han realizado varios mapas de esta cueva que sirven como base para los estudios científicos. El primer mapa de Cueva de Villa Luz fue hecho por Gordon y Rosen (1962) para estudiar los peces; Gamboa y Kú (1998) describieron su topografía para estudiar los ácaros y otra fauna; y Hose y Pisarowicz (1999) trazó el mapa más completo disponible hasta el momento. La figura 1 presenta el mapa de este último autor con la ubicación aproximada de los salones descritos por Gordon y Rosen (1962).

Los organismos conocidos dentro de Cueva de Villa Luz varían en tamaños y formas. Los microorganismos se han adaptado a condiciones muy variables al construir películas o filamentos a lo largo de la cueva (véase Microorganismos de la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa, en esta obra). Uno de los organismos más abundantes son las moscas quironómidos o dípteros no picadores, parecidos a los mosquitos (véase Moscas quironómidos en la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa, en esta obra). En México, esta cueva es la más diversa en cuanto a su contenido de microartrópodos en el suelo y las especies de murciélagos (véanse Ecología de los artrópodos de la Cueva de las Sardinas, Tacotalpa y Murciélagos asociados a cuevas, en esta obra).

Los peces son muy abundantes, los cuales pertenecen a la especie *Poecilia mexicana*, pero son conocidos localmente como *topotes*. Estos organismos fueron colectados desde 1896 por A. Dugas, y entre 1944 y 1948 por Stirling y colaboradores (Plath *et al.* 2006a). Gordon y Rosen (1962) hicieron un estudio sistemático sobre ellos y sus adaptaciones a la vida cavernícola, y estos estudios se siguen desarrollando (Parzefall 2001, Plath *et al.* 2006b, Riesch *et al.* 2006, Roach *et al.* 2011, Tobler *et al.* 2006, 2008a). De forma independiente Mejía-Ortíz y Palacios-Vargas (2001) colectaron 31 ejemplares de *Poecilia sphenops*, entre las que encontraron una hembra con 15 embriones, además de trozos de artrópodos y restos vegetales en el contenido estomacal de estos ejemplares.

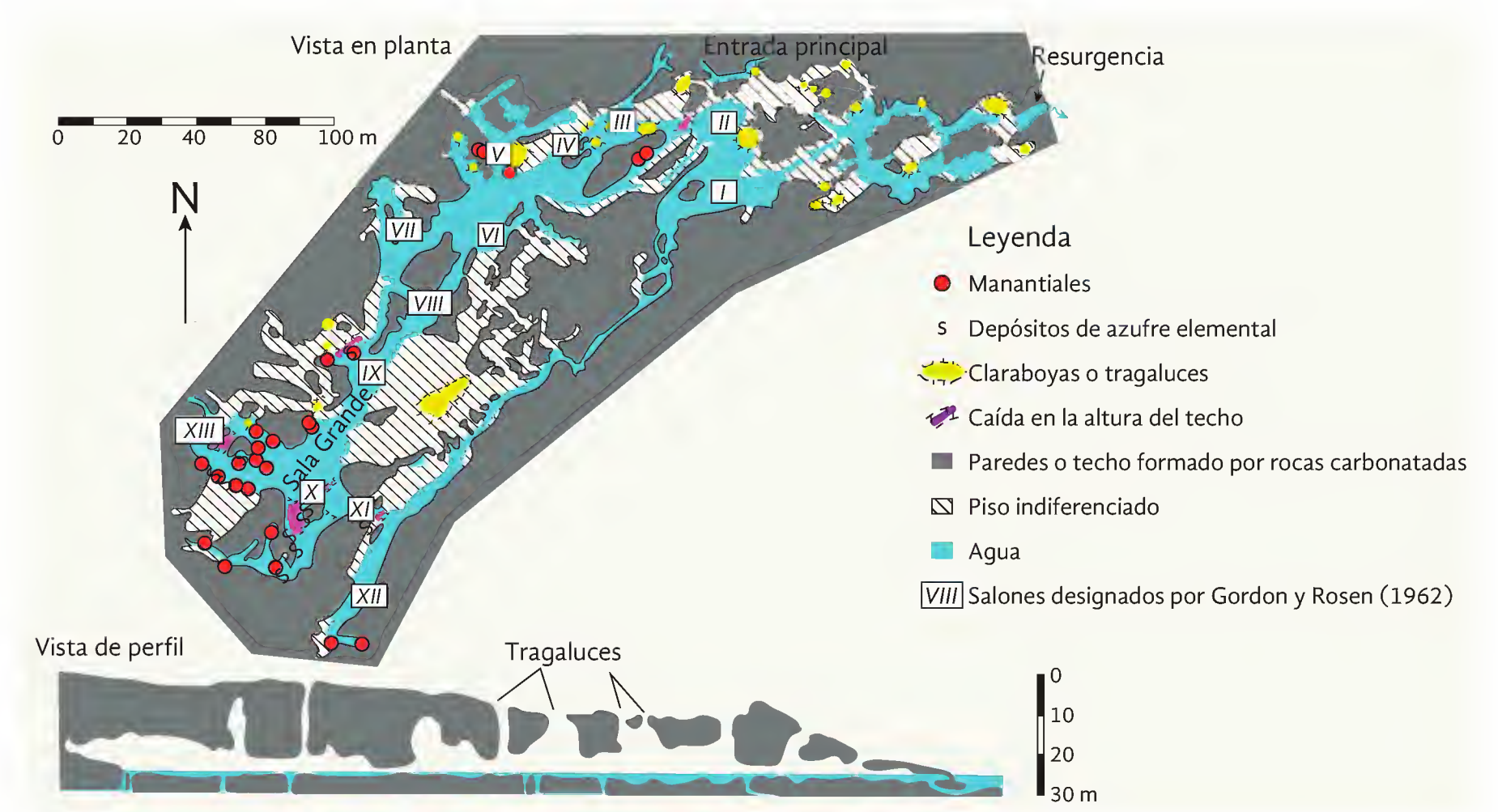


Figura 1. Mapa de Cueva de Villa Luz modificado con permiso de Bob Richards a partir de Hose y Pisarowicz (1999). Los números romanos I-XIII marcan la localización aproximada de los salones definidos por Gordon y Rosen (1962).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En la Cueva de Villa Luz se han identificado otros organismos. Entre 1944 y 1948 Stirling y colaboradores describieron un gusano plano (*Dugesia*), cangrejos (*Trichodactylus bidens*), un arácnido amblipígido (*Phrynus*), varias arañas (*Tetragnatha*, *Maymena* y *Eidmanella*), así como una chinche (*Belostoma*), como describen Plath *et al.* (2006a). Mejía-Ortiz y Palacios-Vargas (2001) registraron crustáceos ostrácodos (*Cyclocypris*) y un cangrejo (*Avotrichodactylus bidens*). Hose *et al.* (2001) reportó anguilas y numerosos caracoles viviendo dentro del agua; además, tlacuaches entran a la cueva, como indican sus huellas. Pastrana-Ruíz (2006) hizo su tesis sobre las arañas dentro de Cueva de Villa Luz. Horstkottet *et al.* (2010) y Tobler *et al.* (2008b) documentaron la depredación de un pez por arañas y por chinches de agua, respectivamente; además, Gamboa y Kú (1998) hicieron una lista de la vegetación circundante a la cueva. A pesar de todos los esfuerzos llevados a cabo para documentar la biodiversidad dentro de Cueva de Villa Luz, ésta contiene una enorme riqueza de organismos aún sin clasificar.

Agradecimientos

Agradezco al Dr. José Palacios Vargas, Penelope Boston, Diana Northup, Kathleen Lavoie, Louise Hose, Michael Spilde, Ingo Schlupp, Martin Plath y Michael Tobler por ayudarme a entender mejor con su experiencia a la Cueva de Villa Luz. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al National Cave and Karst Research Institute por su apoyo económico.

Referencias

Barr, T.C. 1968. Cave ecology and the evolution of troglobites. *Evolutionary Biology* 2:35-102.

Espinasa-Pereña, R. 1990. *Propuesta de clasificación del karst de la República Mexicana*. Tesis de licenciatura en geología. Facultad de Ingeniería-UNAM, México.

Gamboa, V.J. y L. Kú. 1998. Descripción de la cueva Las Sardinas, Villa Luz, Tabasco, México. *Mundos Subterráneos* 9:51-54.

Gordon, M.S. y D.E. Rosen. 1962. A cavernicolous form of the poeciliid fish *Poecilia sphenops* from Tabasco, Mexico. *Copeia* 2:360-368.

Hoffmann, A., J.G. Palacios-Vargas y J.B. Morales, 1986. *Manual de bioespeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México)*. Dirección General de Publicaciones-UNAM, México.

Horstkottet, J., R. Riesch, M. Plath y P. Jäger. 2010. Predation by three species of spiders on a cave fish in a Mexican sulphur cave. *Bulletin of the British Arachnological Society* 15(2):55-58.

Hose, L.D., A.N. Palmer, M.V. Palmer *et al.* 2000. Microbiology and geochemistry in a hydrogen-sulphide-rich karst environment. *Chemical Geology* 169:399-423.

Hose, L.D. y J. Pisarowicz. 1999. Cueva de Villa Luz, Tabasco, Mexico: reconnaissance study of an active sulfur spring cave and ecosystem. *Journal of Cave and Karst Studies* 61(1):13-21.

Mejía-Ortiz, L.M. y J.G. Palacios-Vargas. 2001. Estigofauna de la cueva de Las Sardinas, Tabasco, México. *Mundos Subterráneos* 11-12:10-17.

Moore G.W. y N. Sullivan. 1977. Speleology. *Caves and the cave environment*. Cave Books, Estados Unidos.

Parzefall, J. 2001. A review of morphological and behavioural changes in the cave molly, *Poecilia mexicana*, from Tabasco, Mexico. *Environmental Biology of Fishes* 62:263-275.

Pastrana-Ruíz, L.G., 2006. *Diversidad y distribución de arañas (Arachnida: Araneae) en la cueva de Las Sardinas, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Plath, M., M. Tobler, R. Riesch *et al.* 2006a. Evolutionary biology meets the Cueva Villa Luz: Ichthyological research in a sulfidic cave in Tabasco. *AMCS Newsletter* 29:64-68.

Plath, M., U. Seggel, H. Burmesiter *et al.* 2006b. Choosy males from the underground: male mating preferences in surface- and cave-dwelling Atlantic mollies (*Poecilia mexicana*). *Naturwissenschaften* 93:103-109.

Reddell, J.R. 1981. A review of the cavernicole fauna of Mexico, Guatemala and Belize. *Bulletin of the Texas Memorial Museum* 27:1-327.

Riesch, R., I. Schlupp y M. Plath. 2006. Influence of male competition on male mating behaviour in the cave molly, *Poecilia mexicana*. *Journal of Ethology* 24:27-31.

Roach, K.A., M. Tobler y K.O. Winemiller. 2011. Hydrogen sulfide, bacteria, and fish: a unique, subterranean food chain. *Ecology* 92:2056-2062.

Tobler, M., I. Schlupp, K.U. Heubel *et al.* 2006. Life on the Edge: hydrogen silfide and the fish communities of a Mexican cave and surrounding waters. *Extremophiles* 10:577-585.

Tobler, M., I. Schlupp y M. Plath. 2008a. Does divergente in female mate choice affect male size distributions in tow cave fish populations?. *Biolology Letters* 4:452-454.

Tobler, M., C.M. Franssen y M. Plath. 2008b. Male-biased predation of a cave fish by a giant water bug. *Naturwissenschaften* 95(8):775-779.

White W.B. y D.C. Culver. 2012. *Encyclopedia of caves*. Elsevier Academic Press, Estados Unidos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Microorganismos de la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa

Diana Northup, Daniel Jones, Penelope Boston, Michael Spilde y Marie Catherine Lavaud

Introducción

Las cuevas contienen gran cantidad de microorganismos y sólo se ha empezado a entender la diversidad microbiológica que se encuentra dentro de estas. La biodiversidad microbiana constituye un tesoro, ya que su estudio puede ayudar a complementar el conocimiento del árbol de la vida. Además, las sustancias químicas que producen los microorganismos de las cuevas como parte de su vida diaria pueden representar nuevos antibióticos para los humanos. Debido al descubrimiento de túneles de lava en Marte y en otros cuerpos celestes del Sistema Solar, el estudio de comunidades microbianas en las cuevas también puede esclarecer la detección de vida en cuevas extraterrestres.

En Tabasco, México, la Cueva de Villa Luz es realmente un paraíso de la biodiversidad microbiana, ya que tiene presencia de los grupos Bacteria, Archaea[1] y otros microorganismos que viven en varios tipos de comunidades a lo largo de las cámaras y arroyos de la cueva. La Cueva de Villa Luz contiene gradientes de diferentes parámetros, por ejemplo, el pH varía de ácido a neutro, la concentración de oxígeno cambia de cero a los niveles atmosféricos normales y las concentraciones de ácido sulfhídrico son de altas a bajas. Los microorganismos interactúan con los gases que entran a la cueva a lo largo de estos gradientes y con la roca de las paredes, lo que produce nuevos depósitos minerales y erosiona otros depósitos en la roca. Diversos estudios se concentran en la identificación de la diversidad microbiana en la cueva, así como en las interacciones entre los gases, los microorgnismos y el medio ambiente.

La diversidad microbiana en Cueva de Villa Luz sugiere que el estudio de otras cuevas con características similares en Tabasco es prometedor. Interacciones como las que se observan en esta cueva permiten entender la gran capacidad de los microorganismos para cambiar la forma de la roca y crear nuevos depósitos minerales. En el estado existen cuevas con entrada de gases con azufre, lo que proporciona energía a algunas comunidades microbianas. El estudio de estas comunidades pudiera también proveer ideas innovadoras sobre procesos industriales basados en el azufre.

Algunos ejemplos de las comunidades microbianas en Cueva de Villa Luz incluyen las formaciones de color blanco con apariencia y textura viscosa conocidas como *snottites* en inglés o mocotitas.[2] Estas mocotitas cuelgan de las paredes y del techo (figura 1), y se forman por biopelículas o agregados de microorganismos rodeados de secreciones de gel o mucosa empleada como mecanismo de protección.

La comunidad de microorganismos que habita una mocotita se integra principalmente por la bacteria *Acidithiobacillus thiooxidans* (Hose *et al.* 2000), la cual se alimenta del gas tóxico sulfuro de hidrógeno (H_2S) y libera como producto secundario de su metabolización el ácido sulfúrico (H_2SO_4; Macalady *et al.* 2007); por lo tanto, las mocotitas son muy ácidas (pH = 0). Otros organismos que radican en estas colonias incluyen diferentes especies de nemátodos, algunos hongos y protozoarios, además de otros invertebrados microscópicos, aunque se sabe muy poco de estos y aún existen muchas especies por descubrirse. Biopelículas similares a las mocotitas se han descrito en

[1] Forma un dominio distinto del árbol de la vida al de las bacterias y contienen grupos como microbios afines a condiciones salinas (halofílicos), microbios afines a temperaturas altas y metanógenos (microbios que generan metano).
[2] Son estalactitas mucoides acídicas que cuelgan de las paredes y techo en Cueva de Villa Luz. De las mocotitas gotea ácido sulfúrico con pH de 0 a 1.

Northup, D., D. Jones, P. Boston, M. Spilde y M.C. Lavaud. 2019. Microorganismos de la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 358-361.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Mocotitas colgando de la pared en una de las cámaras de Cueva de Villa Luz (tamaño de la imagen ~10 cm). Foto: Kenneth Ingham.

otras cuevas sulfídicas y en minas alrededor del mundo, incluso en cuevas en Italia y en Estados Unidos (Hose *et al.* 2000, Macalady *et al.* 2007).

Un espeso lodo negro cubre el fondo del arroyo en algunos lugares de la cueva. En este lodo no existe oxígeno, pero bacterias reductoras de sulfato convierten moléculas de sulfato en ácido sulfhídrico usado, a su vez, por otras bacterias. Gruesas biopelículas llamadas *phlegmballs* o bolas de flema[3] cubren las paredes de las fracturas o sitios por donde fluyen los manantiales con ácido sulfhídrico y otros gases a la cueva (figura 2). Estas biopelículas contienen comunidades ricas en organismos del grupo de las Epsilonproteobacteria, las cuales oxidan el ácido sulfhídrico, y otras especies del grupo Archaea, algunas de las cuales generan el gas metano.

[3] Biopelículas gruesas de textura mucosa que cubren las entradas de los manantiales dentro de la Cueva de Villa Luz. Estas biopelículas contienen una gran variedad de bacterias y arqueas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. *Bolas de flema* cubren las paredes de la apertura por donde fluye el manantial con ácido sulfhídrico y otros gases en la Cueva de Villa Luz. Foto: Kenneth Ingham.

En las cámaras más oscuras y profundas del arroyo blanco hay rocas cubiertas por biopelículas verdes. La comunidad formada por la película verde (figura 3) contiene diversos organismos, entre ellos: a) Archaea del género *Ferroplasma,* un grupo de organismos que obtiene su energía del hierro, vive en un medio ácido y no tiene paredes celulares; b) bacterias del filo TM7 que integran una división nueva entre las bacterias; y c) bacterias afines a condiciones salinas y ácidas (*Salinisphaera*, *Acidithiobacillus*, *Halothiobacillus* y *Acidiphilium*). Varios de estos organismos usan el azufre en su metabolismo.

Por encima del arroyo y en pasajes secos, como el llamado *Ragu*, biovermiculitas[4] florecen sobre las paredes de la cueva (figura 4). Estas biovermiculitas parecen tubos de gusanos, pero contienen diversas comunidades de Bacteria y Archaea que incluyen organismos metanogénicos (que generan metano) y organismos que utilizan azufre, carbón, hierro, nitrito o amoniaco como fuente de energía.

Figura 3. Películas verdes cubren las rocas que sobresalen del arroyo en Sala Grande, Cueva de Villa Luz (tamaño de la imagen ~30 cm). Foto: Kenneth Ingham.

[4] Depósitos con patrones irregulares con aspecto de caminos dejados por gusanos y que contienen numerosos microbios.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Biovermiculitas en la pared del pasaje Ragu en Cueva de Villa Luz (tamaño de la imagen ~30 cm). Foto: Kenneth Ingham.

Conclusión

Al depender de la comunidad en que viven, los microorganismos aprovechan las condiciones ambientales (adversas para algunos) que ofrece la Cueva de Villa Luz. A su vez, los microorganismos sirven de alimento a otros organismos que habitan la cueva, incluyendo a peces, como los topotes de la especie *Poecilia mexicana*.

Diversos estudios revelan que el paraíso microbiano conocido en Cueva de Villa Luz es tan pequeño como la punta de un témpano de hielo. Entender cómo la vida se adapta a los distintos gradientes (de pH, concentraciones de oxígeno y de H_2S) de este lugar proveerá oportunidades a muchos investigadores y generará fascinación en el público mientras se aprende más de esta increíble cueva.

Referencias

Hose, L.D., A.N. Palmer, M.V. Palmer *et al*. 2000. Microbiology and geochemistry in a hydrogen-sulphide-rich karst environment. *Chemical Geology* 169:399-423.

Macalady, J.L., D.S. Jones y E.H. Lyon. 2007. Extremely acidic, pendulous microbial biofilms from the Frasassi cave system, Italy. *Environmental Microbiology* 9:1402-1414.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Ecología de los artrópodos de la Cueva de Las Sardinas, Tacotalpa

José Guadalupe Palacios Vargas, Gabriela Castaño Meneses, Daniel Alfonso Estrada Bárcenas, Blanca Estela Mejía Recamier, Leopoldo Querubín Cutz Pool, Ricardo Iglesias Mendoza y Carmen Maldonado Vargas

Introducción

La Cueva de Las Sardinas se encuentra a 2 km de la villa Tapijulapa, en un relicto de selva tropical conocido como Parque Villa Luz, en el municipio Tacotalpa, Tabasco. La importancia de esta cueva ha sido remarcada por Hose (1999) debido a su amplia biodiversidad, principalmente de las bacterias quimioautotróficas que se desarrollan en estructuras biológicas alargadas con apariencia gelatinosa (o de moco) llamadas *mocotitas* o *snottites* (Hose y Pisarowicz 1999). En esta cueva hay tres tipos de recursos energéticos: el guano (o excretas) de las colonias de murciélagos, la hojarasca y otros detritos que caen por las claraboyas (aberturas sobre las galerías de la cueva), y la presencia de colonias de bacterias mocotitas y de otros tipos (véase Microorganismos de la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa, en esta obra). Las salas donde están dichos recursos conforman ambientes uniformes o biotopos que proveen espacio vital a un conjunto de flora y fauna.

Los microartrópodos, principalmente colémbolos (parientes de insectos) y ácaros (parientes de arácnidos), son los organismos más diversos y abundantes en el suelo y otros ambientes subterráneos. Estos desempeñan una función importante en las redes alimentarias, por lo que algunos autores los han considerado como plancton subterráneo, ya que además de ayudar a reciclar los nutrientes, sirven de alimento a otros animales de mayor talla (Aoki 1973, Johnston 2000).

La riqueza faunística de la Cueva de Las Sardinas puede explicarse por la gran diversidad de microambientes o fuentes de nutrientes disponibles para los artrópodos. La vegetación circundante también puede tener una función importante. La Cueva de Las Sardinas es la que tiene la fauna más diversa de las que se conocen en México, ya que, si se consideran los artrópodos y los murciélagos, tiene cerca de 170 especies; sin embargo, algunas viven en varios de estos ambientes y otras tienen distribución restringida.

Se han hecho varios estudios sobre los artrópodos de esta cueva, principalmente taxonómicos (Estrada e Iglesias 2003, Estrada y Mejía-Recamier 2005, Palacios-Vargas y Estrada 2003, Palacios-Vargas *et al*. 2009), y muy pocos sobre las comunidades y las complejas tramas tróficas que se llevan a cabo, como el de Palacios-Vargas *et al.* (2011), quienes además incluyen la lista de todas las especies. Aquí se proporcionan datos ecológicos de las comunidades de microartrópodos basados en un muestreo trimestral que se llevó a cabo entre marzo del 2001 y marzo del 2002.

Métodos y resultados

La biodiversidad en la Cueva de Las Sardinas se estudió en tres diferentes biotopos, y se seleccionaron 12 puntos de muestreo en diferente ubicación dentro de la cueva: tres de ellas en un ambiente con guano, tres con hojarasca, tres con colonias de bacterias mocotitas y, como control, tres lugares que tenían suelo. Cada ocasión y en cada lugar se tomaron 600 cm^3 de sedimentos aproximadamente, los cuales se llevaron al laboratorio para ser procesados y extraer los artrópodos, mismos que se fijaron en alcohol, se separaron por especies y se contaron. Se calculó la abundancia y los índices ecológicos de diversidad y diversidad comparativa de especies para cada estación del año. Mediante métodos estadísticos se evaluó el efecto del biotopo y la estación de colecta en la densidad de los artrópodos.

Se colectó un total de 27 913 ejemplares, entre los que se registraron ácaros y colémbolos (figura 1).

Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño-Meneses, D.A. Estrada-Bárcenas, B.E. Mejía-Recamier, L.Q. Cutz-Pool, R. Iglesias y C. Maldonado-Vargas. 2019. Ecología de los artrópodos de la cueva de Las Sardinas, Tacotalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 362-364.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. a) Ácaro del orden Cryptostigmata (*Rostrozetes* sp.), b) colémbolo de la familia Neanuridae (*Americanura sardinasensis),* c) colémbolo de la familia Hypogastruridae (*Xenylla humicola*), y d) colémbolo de la familia Dicyrtomidae (*Ptenothrix marmorata*). Fotos: José G. Palacios-Vargas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La mayor cantidad de ejemplares fue encontrada en el guano (21 422 ejemplares, 7 ind/cm^3), seguida de los detritos de plantas (4 455 ejemplares, 1.5 ind/cm^3), el suelo debajo de las colonias de bacterias (1 614 ejemplares, 0.5 ind/cm^3) y el suelo control (422 ejemplares, 0.1 ind/cm^3). De acuerdo con los análisis estadísticos, el ambiente tiene un efecto significativo sobre la densidad de artrópodos ($F_{3,40}$ = 25.67, $p < 0.0001$), lo que indica que las densidades registradas están relacionadas con el tipo de sustrato que se colectó, resultando la hojarasca diferente, en cuanto a su densidad, de los demás biotopos. La estación de colecta ($F_{4,40}$ = 0.06, $p > 0.05$) y su interacción con el biotopo ($F_{12,40}$ = 1.25, $p > 0.05$) no mostraron un efecto significativo en la densidad de microartrópodos, lo que refleja la estabilidad de este ambiente en el transcurso del año.

De los biotopos de esta cueva, los detritos de las plantas tienen la más alta diversidad seguidos por el suelo control, el guano y el suelo bajo las colonias de bacterias. Al ser un biotopo que sirve de interfase entre el interior y el exterior de la cueva, la hojarasca alberga gran cantidad de especies de ambos ambientes, lo que explicaría la alta diversidad registrada en ella. Asimismo, el guano conforma un biotopo que puede ser ocupado por organismos que presentan afinidad a este medio, por lo que, si bien las poblaciones de organismos guanófilos y guanobios se incrementan y pueden explotar este biotopo, otras especies no son capaces de colonizarlo, por lo que la diversidad que se registró resultó baja en comparación con la hojarasca y el suelo control.

Los ácaros son los microartrópodos más abundantes en la Cueva de Las Sardinas, principalmente Cryptostigmata (figura 1a), lo que es muy diferente de lo que ha sido encontrado en otras cuevas, donde dominan los colémbolos. En esta cueva los colémbolos (figura 1b-d) ocupan sólo el sexto lugar en abundancia, después de los Mesostigmata, Astigmata, Cryptostigmata, Prostigmata y las larvas de escarabajos. Cabe mencionar que las especies con mayor resistencia a las altas condiciones de acidez son los ácaros de las familias Histiostomidae (Astigmata) y Oppiidae (Cryptostigmata).

La Cueva de Las Sardinas representa un ambiente de gran riqueza biológica, ya que proporciona refugio a muchas especies del exterior por las condiciones microclimáticas y por los recursos que en ella se pueden encontrar; sin embargo, también es hábitat de especies restringidas al ambiente cavernícola, cuyas poblaciones son altamente sensibles a los cambios en su entorno, por lo que es de suma importancia conservar este ambiente tan frágil que alberga una enorme diversidad de microartrópodos y otros organismos.

Reconocimientos

Este proyecto fue llevado a cabo gracias al apoyo del proyecto CONACYT 3965-V. El trabajo de campo se hizo con ayuda de Ada Ruiz Castillo, Saúl Aguilar, Arturo García y Mariano Fuentes.

Referencias

Aoki, J. 1973. *Soil zoology*. Hokuryu-kan, Tokio.

Estrada, D.A. y R. Iglesias. 2003. Biodiversidad de ácaros oribátidos (Acari: Cryptostigmata) de la cueva de Las Sardinas, Tabasco, México. *Entomología Mexicana* 2:46-52.

Estrada, D.A. y B.E. Mejía-Recamier. 2005. Cunáxidos de la cueva de Las Sardinas, Tabasco, México. En: *Memorias del VII Congreso Nacional Mexicano de Espeleología*. Monterrey, México.

Hose, L.D. 1999. Exploring one of the world's strangest caves: *The Explorers Journal* (spring): 22-27.

Hose, L.D. y J.A. Pisarowicz. 1999. Cueva de Villa Luz, Tabasco, Mexico: reconnaissance study of an active sulfur spring cave and ecosystem. *Journal of Cave and Karst Studies* 61:13-21.

Johnston, J.M. 2000. The contribution of microarthropods to aboveground food webs: a review and model of belowground transfer in a coniferous forest. *American Midland Naturalist* 143:226-238.

Palacios-Vargas, J.G. y D. Estrada. 2003. Comparación entre los colémbolos que habitan dentro de la cueva de Las Sardinas y las que viven en el exterior. En: *Memorias VI Congreso Nacional Mexicano de Espeleología*. Tuxtla Gutiérrez.

Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño–Meneses y D.A. Estrada. 2011. Diversity and dynamics of microarthropods from different biotopes of Las Sardinas cave (Mexico). *Subterranean Biology* 9:113-126.

Palacios-Vargas, J.G., J.C. Simón Benito y J. Paniagua Nucamendi. 2009. Especies nuevas de *Americanura* (Collembola: Nenauridae) de América Latina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:431-443.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Moscas quironómidos en la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa

Kathleen Lavoie y Laura Rosales Lagarde

Introducción

Los quironómidos voladores son pequeñas moscas no picadoras o dípteros nematóceros parecidos a los mosquitos que están distribuidos alrededor del mundo (Armitage *et al.* 1995). Las pupas y las larvas de estas moscas son acuáticas y frecuentemente forman una parte importante de la biodiversidad o de la biomasa de la mesofauna acuática. Las larvas son abundantes en aguas con bajas concentraciones de oxígeno y se les conoce como *gusanos rojos* porque producen una forma de hemoglobina que les da ese color. Los adultos se encuentran frecuentemente en grandes enjambres; cuando vuelan son presas de otros insectos, pájaros y murciélagos insectívoros.

Quironómidos en la Cueva de Villa Luz

Las moscas quironómidos son de los organismos más abundantes en la Cueva de Villa Luz (figura 1). En algunas zonas son tan numerosos, que dos pasajes de la cueva fueron nombrados en honor a dichos animales: Pasaje del Zumbido y Otro Pasaje del Zumbido (Hose y Pisarowicz 1999). Los exploradores de cuevas se entretienen haciendo sonidos y escuchando cómo las moscas responden cambiando su tono y volumen. Estas moscas son importantes, pues son la vía principal para transferir energía del medio acuático al terrestre.

Los ecosistemas terrestre y acuático de Cueva de Villa Luz se basan en la energía que aporta la

Figura 1. Una araña en Cueva de Villa Luz envuelve tres mosquitos quironómidos atrapados en su telaraña. Foto: Kenneth Ingham.

Lavoie, K. y L. Rosales Lagarde. 2019. Moscas quironómidos en la Cueva de Villa Luz, Tacotalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 366-369.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

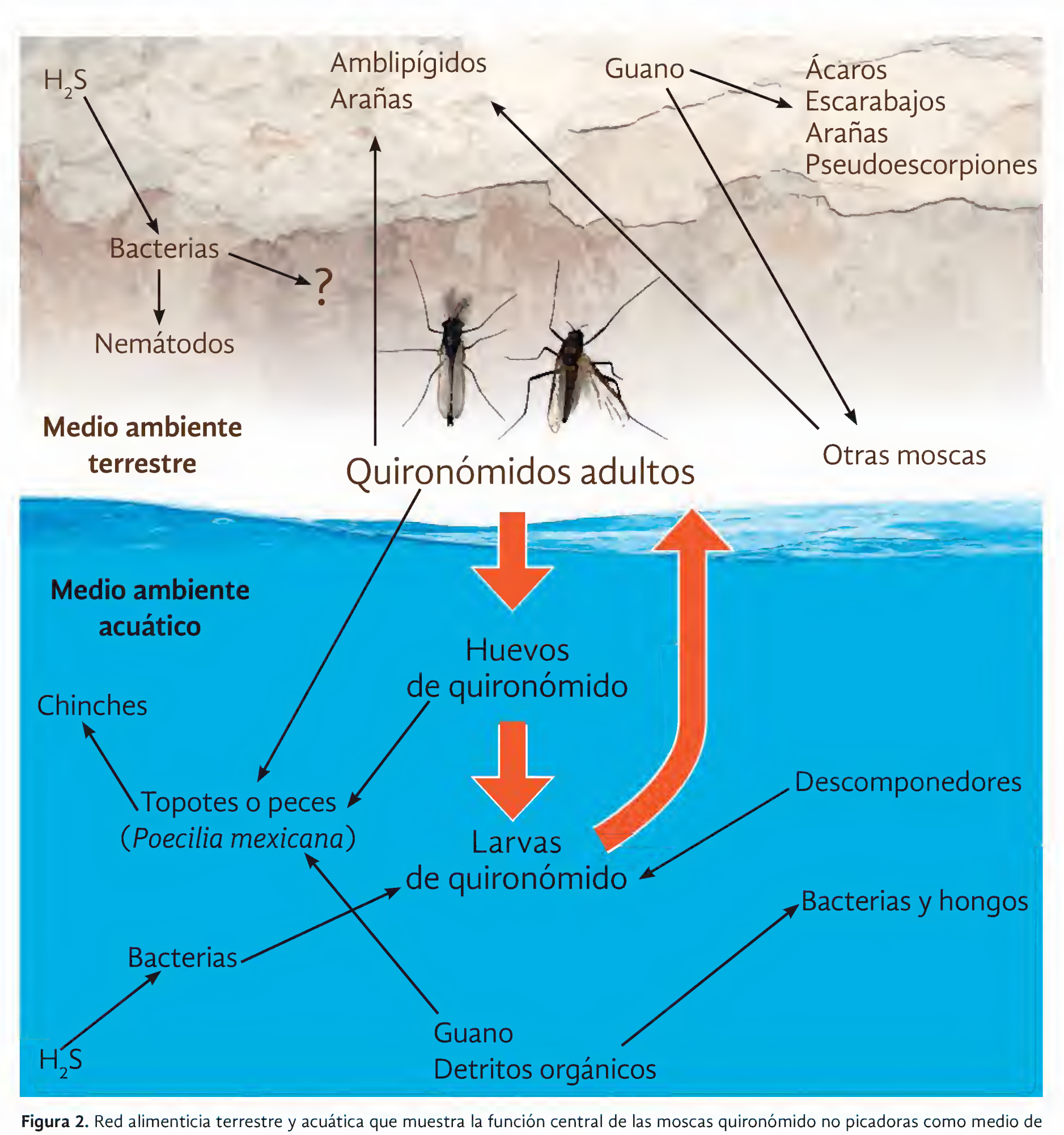


Figura 2. Red alimenticia terrestre y acuática que muestra la función central de las moscas quironómido no picadoras como medio de transporte de nutrientes del ambiente acuático al terrestre. Las flechas negras indican en la base el alimento y la punta el predador. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

materia orgánica y el azufre (Langdecker *et al.* 1996). Cuando los adultos de las moscas quironómido ponen abundantes huevos parecidos a una masa viscosa rosa en la orilla del agua, la interfaz agua-aire es muy importante, pues los huevos pueden secarse si baja el nivel del agua, pero si ponen los huevos a más profundidad sirven de alimento a los peces. Cuando los huevos se rompen dan paso a larvas rojas que viven en el agua y se alimentan de biopelículas compuestas de bacterias y su mucosa secretada (figura 2). Las bacterias se nutren del azufre en los arroyos dentro de la cueva. Las moscas quironómidos se desarrollan con éxito en la Cueva de Villa Luz —un ambiente bajo en oxígeno— debido a que contienen hemoglobina para colectar oxígeno. Es esta hemoglobina lo que les da su coloración roja. Las larvas y pupas de las moscas quironómido forman de 15 a 20% de la dieta del pez de la especie *Poecillia mexicana* (Langdecker *et al.* 1996).

Es variable la distribución de las larvas de las moscas en los sedimentos, con una productividad de menos de una por m^2/día en áreas llenas de lodo a varios cientos por m^2/día en las áreas con rápidos. Cuando las larvas han crecido lo suficiente forman una pupa que sufre metamorfosis completa hasta el estadio adulto. El adulto emerge del agua y se coloca en cualquier superficie sin agua, de modo que puede secar sus nuevas alas (figura 3). Las moscas adultos toman una coloración rojiza debido a la hemoglobina de la larva, pero cambian a verde transparente en aproximadamente 24 horas. Los adultos no comen, su única función es reproducirse y permitir que el ciclo continúe nuevamente al desovar sus huevos (figura 4).

Conclusión

Las moscas no picadoras forman un eslabón importante en la transferencia de energía, que parte de las bacterias oxidantes de sulfuro de hidrógeno a las larvas del mosquito en el ambiente acuático, así como de los mosquitos adultos y a las arañas predadoras en el ambiente terrestre. Estos dípteros son una fuente de alimento importante de los topotes (o peces) de la especie *Poecilia mexicana* que viven en el arroyo y nutren a una gran cantidad de arañas en el sistema terrestre.

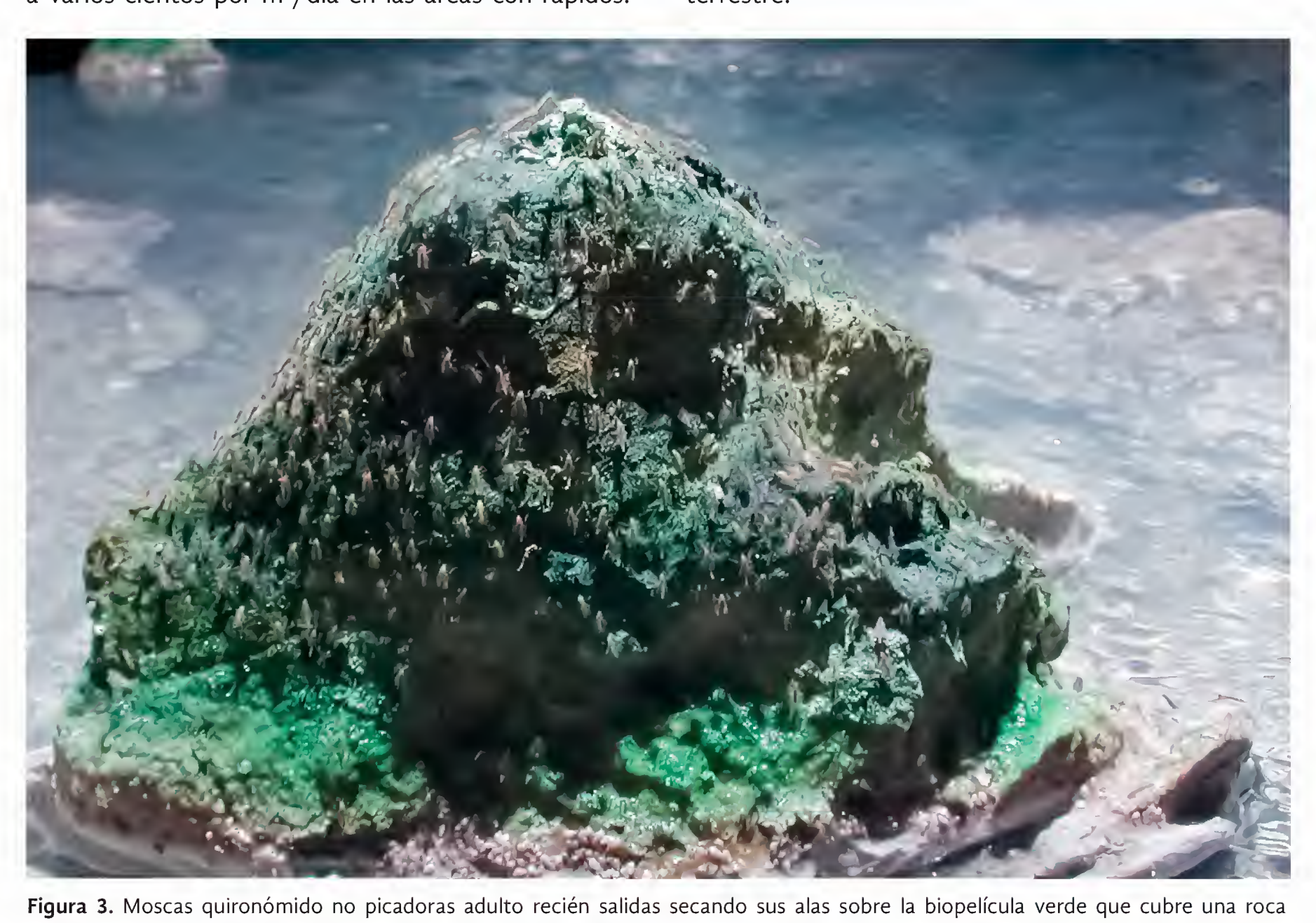


Figura 3. Moscas quironómido no picadoras adulto recién salidas secando sus alas sobre la biopelícula verde que cubre una roca sobresaliente del arroyo. Sala Grande, Cueva de Villa Luz. Foto: Kenneth Ingham.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

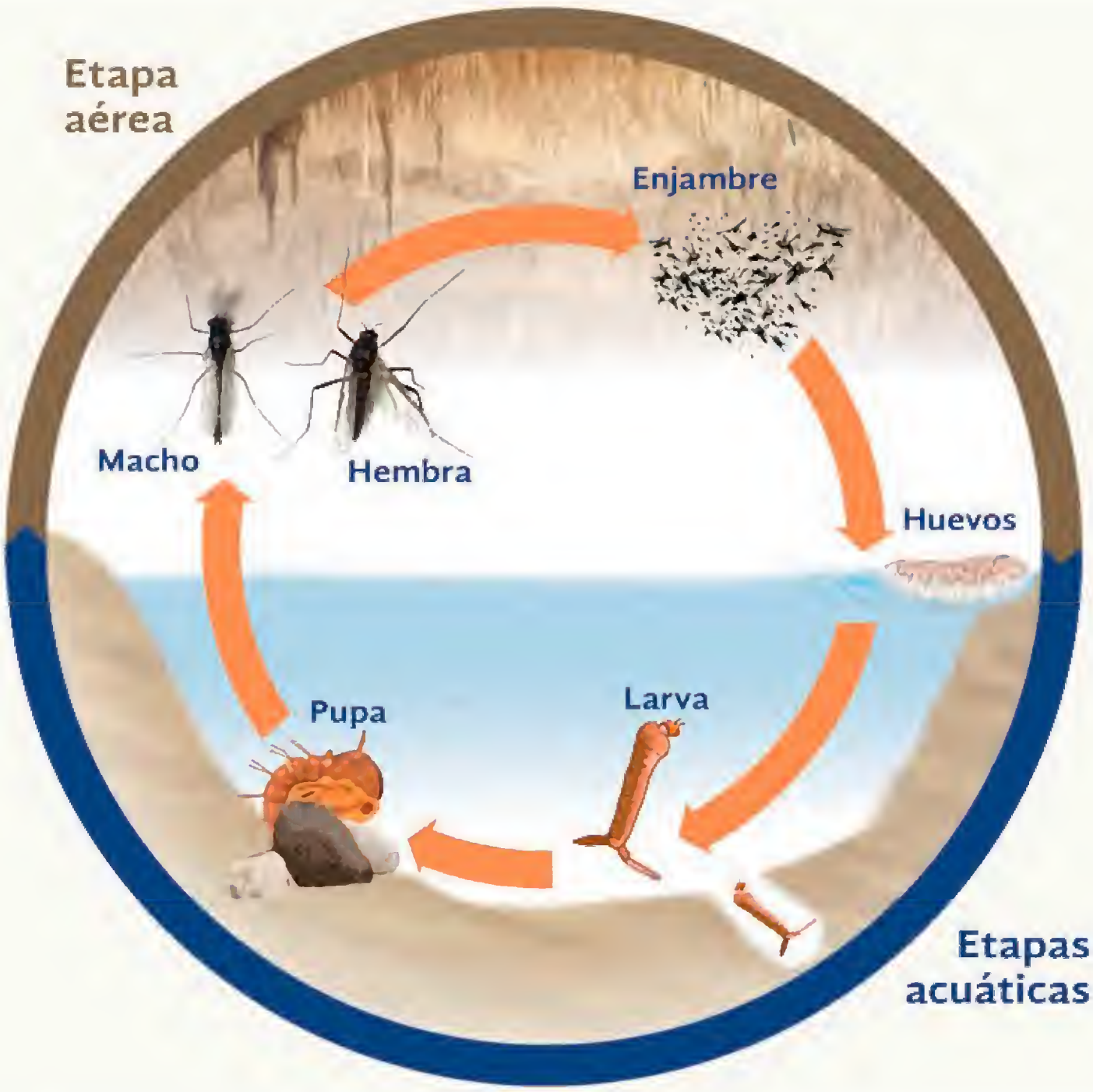


Figura 4. Ciclo de vida de las moscas quironómido. Fuente: modificado de Pinder 1986.

Agradecimientos

Al Dr. Lenin Arias Rodríguez por su invitación para participar en este proyecto y la revisión de este documento. A Kenneth Ingham por el permiso de usar las fotografías.

Referencias

Armitage, P.D., P.S. Cranston y L.C.V. Pinder. 1995. *The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges.* Chapman & Hall, Londres.

Hose, L.D. y J.A. Pisarowicz. 1999. Cueva de Villa Luz, Tabasco, Mexico: reconnaissance study of an active sulfur spring cave and ecosystem. *Journal of Cave and Karst Studies* 61(1):13-21.

Langdecker, T.G., H. Wilkens y J. Parzefall. 1996. Studies on the trophic structure of an energy-rich Mexican cave (Cueva de las Sardinas) containing sulfurous water. *Memories de biospeleologie* 23:121-125.

Pinder, L.C.V. 1986. Biology of freshwater chironomidae. *Annual Review of Entomology* 31:1-23.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Murciélagos asociados a cuevas

Cornelio Sánchez Hernández y María de Lourdes Romero Almaraz

Introducción

Los murciélagos pertenecen a la clase Mammalia porque tienen el cuerpo cubierto de pelo y alimentan a sus crías con leche, entre otras características. Varias personas piensan que son ratones ciegos con alas, pero esto es falso. Los murciélagos conforman un grupo diferente: al nacer ya tienen alas y no son ciegos, por lo que se incluyen en el orden Chiroptera, palabra que deriva de las raíces *chiros* = mano y *pteron* = ala; es decir, mamíferos con las manos modificadas en alas.

En las culturas prehispánicas fueron considerados dioses y símbolo de larga vida, fortuna y fertilidad, y fueron reconocidos como mensajeros del cielo, la tierra y el inframundo por ser habitantes de cuevas o del interior de la tierra. Sin embargo, el poco conocimiento acerca de su importancia y la mala reputación que les ha atraído la existencia de los vampiros (murciélagos que se alimentan de sangre) ha favorecido la destrucción de sus poblaciones. Es innegable el problema que representan los vampiros para el hombre y los animales domésticos porque son los principales transmisores del virus de la rabia; sin embargo, los murciélagos son más diversos e importantes desde varios puntos de vista.

¿Por qué es importante conocer y proteger a los murciélagos?

Entre los murciélagos hay especies insectívoras, que son los depredadores más importantes de insectos nocturnos en el mundo, mismos que podrían convertirse en plagas; otros murciélagos son polinívoros o nectarívoros y llevan a cabo la polinización y la fecundación de plantas de importancia alimenticia, económica y cultural, entre ellos el agave del que se obtiene el tequila y el mezcal. Los murciélagos frugívoros ayudan a dispersar las semillas de gran cantidad de árboles frutales y favorecen la reforestación en los lugares donde se distribuyen. Aunado a esto, su excremento o guano es utilizado como fertilizante por su alto contenido en nitrógeno.

Adaptaciones anatómicas, fisiológicas y conductuales

Los murciélagos son principalmente nocturnos y se comunican por ecolocación; es decir, a través de la laringe emiten ultrasonidos que chocan con los obstáculos que encuentran a su paso y, cuando el eco regresa, es escuchado por los murciélagos. Esto les permite determinar la presencia, la distancia, la forma y el movimiento de los objetos con los que los sonidos chocaron y entonces se orientan y encuentran su alimento en completa oscuridad.

Tienen una gran resistencia física y capacidad de vuelo. Algunas especies pueden llevar a cabo migraciones de cientos o miles de kilómetros en busca de sitios con temperaturas favorables y abundancia de alimento. Por ejemplo, los murciélagos de cola libre, *Tadarida brasiliensis,* vienen del sur de los Estados Unidos y del norte al centro y sur de México y cada año regresan a sus lugares de origen. Otras especies viven en ambientes extremadamente fríos, pero no migran y pueden hibernar cuando su temperatura y metabolismo disminuye a un nivel en que el costo energético es prácticamente nulo, por lo que pueden sobrevivir por cuatro o cinco meses sin alimento durante el invierno.

Sánchez-Hernández, C. y M.L. Romero-Almaraz. 2019. Murciélagos asociados a cuevas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 370-374.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En Tabasco se han registrado 61 especies de murciélagos, de las cuales 34 (57%) se asocian a sistemas de cuevas (Sánchez-Hernández *et al*. 2005; apéndice 33), y una de éstas, el murciélago polinívoro (*Glossophaga morenoi*) es endémico (exclusivo de México). De estas, 16 especies se alimentan de insectos, siete de frutos, cinco de polen, tres de sangre, una es omnívora, una ictiófaga (se alimenta de peces) y otra carnívora. Asimismo, 14 especies se reproducen una vez al año, ocho especies dos veces, y ocho especies tres o más veces al año (cuadro 1). En cuanto a su estado de conservación, una especie se considera sujeta a protección especial y cinco amenazadas (NOM-059-SEMARNAT-2010).

En Tabasco hay numerosas cuevas. Entre las más importantes está la cueva de Las Sardinas, el sistema de cuevas de la región Teapa (en donde la más conocida es la Gruta de Coconá) y el sistema de cuevas de Agua Blanca en el municipio Macuspana. En cueva de Las Sardinas se han registrado colonias de varios miles de murciélagos de la familia Mormoopidae, como *Mormoops megalophylla*, *Pteronotus davyi*, *P. parnellii* y *P. personatus* (figura 1; Gordon y Rosen 1962, Palacios-Vargas 2009, Ibáñez *et al*. 2000), una menor cantidad de *P. gymnonotus* (Ibáñez *et al*. 2000), y *Myotis nigricans* (Rosales-Lagarde 2010). En la región de Teapa se han registrado 26 especies asociadas a cuevas de cinco familias, entre la que destaca *Balantiopteryx io* porque es el único refugio donde se ha registrado en Tabasco; además, cinco de las ocho especies en alguna categoría de la NOM-059 se encuentran en esta región (Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz 1995). En el sistema de cuevas de Agua Blanca hay, por lo menos, 19 especies. Esta zona es muy importante porque ahí se distribuyen especies consideradas raras, como *Chrotopterus auritus, Trachops cirrhosus* y *Lonchorhina aurita* (cuadro 1; Sanchez-Hernandez y Romero-Almaraz 1995, Castro-Luna 2007).

Causas que favorecen la destrucción y extinción de los murciélagos

No obstante lo extraordinario que son los murciélagos, se encuentran entre los animales menos comprendidos y más amenazados por el ser humano (Romero-Almaraz *et al*. 2006). Para la mayoría de las personas la sola mención de la palabra murciélago las hace pensar en vampiros o en criaturas sucias y peligrosas. Esto los convierte en mamíferos temidos y perseguidos, y favorece su destrucción de manera indiscriminada, sin considerar que sin ellos los ecosistemas simplemente no podrían mantenerse. Los murciélagos aportan inmensos servicios ambientales; por ejemplo, ayudan en la polinización de alrededor de 528 especies de angiospermas en todo el mundo y en la dispersión de semillas de cerca de 550 especies de plantas; también ejercen un control natural sobre las plagas de insectos en cultivos, actividad que se ha calculado en varios millones de dólares en diferentes partes del mundo (Kunz *et al*. 2011).

Por otra parte, el aumento de las poblaciones humanas, aunado a la degradación del hábitat, se ha relacionado con la disminución de varias especies de murciélagos, en especial de las que son endémicas o las que habitan en islas remotas (Fleming y Racey 2010). Entonces, no es de extrañar que este grupo esté sufriendo las consecuencias de la alteración. En México, por ejemplo, 27% (38 de 140) de las especies de murciélagos se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT 2010).

¿Cómo contrarrestar la destrucción de los murciélagos?

La educación debe ser la mejor arma para su conservación, porque permite la concienciación de la población acerca de su diversidad e importancia, y ésta debe enseñarse en todos los niveles. En la medida que

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Murciélagos asociados a cuevas en Tabasco.

Familia	Nombre científico	Nombre común (murciélago)	Alimentación	Eventos reproductivos anuales	Estatus NOM-059	Cuevas		
						1	2	3
Emballonuridae								
	Balantiopteryx io	De saco alar	Insectívoro	1			•	
	B. plicata	De saco alar gris	Insectívoro	1		•	•	
	Peropteryx kappleri	Insectívoro	Insectívoro	1			•	
	P. macrotis	Insectívoro	Insectívoro	1			•	
	Saccopteryx bilineata	De saco alar mayor	Insectívoro	1			•	
Mormoopidae								
	Mormoops megalophylla	Fantasma	Insectívoro	2		•	•	•
	Pteronotus davyi	De espalda desnuda	Insectívoro	1		•		•
	P. gymnonotus	De espalda desnuda mayor	Insectívoro		A	•		
	P. parnellii	De bigotes mayor	Insectívoro	1		•	•	•
	P. personatus	De bigotes	Insectívoro	1		•	•	•
Natalidae								
	Natalus mexicanus	Con orejas de embudo	Insectívoro	1			•	•
Noctilionidae								
	Noctilio leporinus	Pescador	Ictiófago	2			•	•
Phyllostomidae								
	Lonchorhina aurita	Nariz de espada	Insectívoro	1	A		•	•
	Macrophyllum macrophyllum	De patas largas	Insectívoro	2	A		•	
	Micronycteris microtis	De orejas grandes	Insectívoro	1			•	•
	Desmodus rotundus	Vampiro	Hematófago	1		•	•	•
	Diaemus youngi	Vampiro de alas blancas	Hematófago		Pr		•	
	Diphylla ecaudata	Vampiro de patas peludas	Hematófago	2			•	
	Chrotopterus auritus	Falso vampiro orejón	Omnívoro	1	A			•
	Trachops cirrhosus	De labios con flecos	Carnívoro		A			•
	Anoura geoffroyi	Lengüilargo sin cola	Polinívoro	1				
	Choeroniscus godmani	De lengua larga	Polinívoro					
	Glossophaga morenoi	Polinívoro	Polinívoro	3				
	G. soricina	Polinívoro	Polinívoro	3			•	•
	Hylonycteris underwoodi	De lengua larga	Polinívoro	2			•	•
	Artibeus jamaicensis	Frugívoro de jamaica	Frugívoro	3			•	•
	A. lituratus	Frugívoro mayor	Frugívoro	3				•
	Carollia sowelli	Frugívoro de cola corta	Frugívoro	2			•	•
	C. perspicillata	Frutero común	Frugívoro	3			•	•
	C. subrufa	Frugívoro de cola corta	Frugívoro	2				
	Dermanura phaeotis	Frugívoro	Frugívoro	3			•	•
	Sturnira parvidens	De charreteras	Frugívoro	3			•	•
Vespertilionidae								
	Myotis nigricans	Myotis negro	Insectívoro	3		•	•	
	M. velifer	Myotis de cueva	Insectívoro	2			•	

Estatus NOM-059: Pr = especie sujeta a protección especial; A = especie amenazada. Cuevas: 1, Las Sardinas; 2, cuevas de la región Teapa; 3, cuevas de Agua Blanca. Fuente: Gordon y Rosen 1962, Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz 1995, Ibáñez *et al.* 2000, Castro-Luna 2007, Palacios-Vargas 2009.

las personas conozcan la biología, comportamiento e importancia de los murciélagos, así como la problemática de los vampiros, los respetarán y ayudarán a reducir la alteración y la mortalidad de las especies benéficas; sin embargo, para favorecer el mantenimiento de sus poblaciones, se deben conservar sus hábitats naturales, sus refugios y áreas de forrajeo deben protegerse del vandalismo y, en la medida de lo posible, solicitar a la población no frecuentar estos lugares para no causar daños innecesarios. Cuando los refugios formen parte de un atractivo turístico, los administradores deben favorecer que estos permanezcan aislados y con penumbra o completa oscuridad para evitar que los visitantes y la luz los altere y expulse del sitio.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Murciélagos registrados en las cuevas del estado: a) murciélago de saco alar gris (*Balantiopteryx plicata*), b) murciélago fantasma (*Mormoops megalophylla*), c) murciélago pescador (*Noctilio leporinus*), d) murciélago de bigotes mayor (*Pteronotus parnellii*), e) murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*), y f) murciélago con orejas de embudo (*Natalus mexicanus*). Fotos: Cornelio Sánchez Hernández (a, b, c y d) y María de Lourdes Romero Almaraz (e y f).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los trabajos de investigación también se deben apoyar con más presupuesto, especialmente los que se enfoquen en la distribución, el tamaño y dinámica de las poblaciones de murciélagos, y los efectos de la fragmentación del ambiente. También se deben establecer programas que ayuden a cuantificar el efecto del cambio climático sobre las diferentes especies. La obtención de esta información permitirá proponer medidas de mitigación a mediano plazo y favorecer la existencia de este grupo de mamíferos.

Agradecimientos

A Laura Rosales por su apoyo logístico y por comunicar la presencia de la colonia de *M. nigricans* en la cueva Las Sardinas. A José Palacios por facilitar literatura acerca de esta cueva, y a Ingo Schlupp por su invitación para colaborar en el proyecto.

Referencias

Castro-Luna, A.A. 2007. *Cambios en los ensamblajes de murciélagos en un paisaje modificado por actividades humanas en el trópico húmedo de México*. Tesis de doctorado en ecología y manejo de recursos naturales. Instituto de Ecología, A. C., Veracruz.

Fleming, T.H. y P.A. Racey. 2010. *Island bats: evolution, ecology, and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.

Gordon, M.S. y D.E. Rosen. 1962. A cavernicolous form of the poeciliid fish *Poecilia sphenops* from Tabasco, México. *Copeia* 2:360-368.

Ibáñez, C., R. López-Wilchis, J. Juste B. y M.A. León Galván. 2000. Echolocation calls and a noteworthy record of *Pteronotus gymnonotus* (Chiroptera, Mormoopidae) from Tabasco, Mexico. *Southwestern Naturalist* 45:345-347.

Kunz, T.H., E. Braun de Torrez, D. Bauer *et al*. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223:1-38.

Palacios-Vargas, J.G. 2009. Los estudios bioespeleológicos de la Cueva de Las Sardinas y sus perspectivas. *Mundos Subterráneos* 20:22-26.

Romero-Almaraz, M.L., Á. Aguilar-Setién y C. Sánchez-Hernández. 2006. *Murciélagos benéficos y vampiros: sus características, importancia, rabia, control y conservación*. AGT Editor, México.

Rosales-Lagarde, L. 2010. Profesora en Nevada State College. Comunicación personal, octubre.

Sánchez-Hernández, C. y M.L. Romero-Almaraz. 1995. *Murciélagos de Tabasco y Campeche una propuesta para su conservación*. *Cuadernos 24*. Instituto de Biología-UNAM, México.

Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz y C. García-Estrada. 2005. Mamíferos. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, J.F. Álvarez y S. Santiago (eds.) Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 285-304.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Fauna silvestre en la ciudad de Villahermosa

Mircea Gabriel Hidalgo Mihart, Joaquín Bello Gutiérrez, Stefan Louis Arriaga Weiss y Marco Antonio López Luna

La urbanización y su efecto sobre los ecosistemas naturales

Las concentraciones urbanas de gran magnitud se entienden como ciudades y normalmente se definen como áreas de congregación de población humana, donde el incremento en las unidades habitacionales y el consumo de energía *per cápita* generan un sistema que no depende únicamente de los recursos naturales para persistir, por lo que se modifica el paisaje (McDonnell y Pickett 1990). En las últimas cinco décadas, a escala global, la población humana se ha transformado de netamente rural a urbana. Se calcula que para el año 2025 se concentrarán alrededor de cuatro mil millones de habitantes en las ciudades de los países en vías de desarrollo, tres veces más que la población urbana esperada para los países desarrollados (ONU 2009), lo cual ha tenido importantes consecuencias sobre los ecosistemas naturales y seminaturales (p.e. áreas de manejo agrícola, pecuario o forestal) que las rodean (Shochat *et al.* 2006).

El proceso de urbanización es, quizá, el más drástico factor de deterioro del medio ambiente porque altera los hábitats naturales de forma permanente. La urbanización de predios anteriormente cubiertos por áreas con vegetación nativa o inducida tiene efectos importantes sobre la fauna, pues desplaza a la mayor parte de las especies, y quedan sólo las más resistentes o adaptables dentro de las ciudades (Adams *et al.* 2006). El intenso proceso de urbanización en Tabasco ha derivado en la conformación de 12 áreas con población de más de 15 000 habitantes, que han sido reconocidas como ciudades (INEGI 2005). La más grande de ellas, Villahermosa y su área metropolitana, cuenta con 644 000 habitantes, la cual presentó una tasa de crecimiento de aproximadamente 1.3% anual calculada entre 2000-2005 (SEDESOL 2007). Este crecimiento la confirma como un área con gran potencial de expansión y transformación de los ecosistemas naturales y seminaturales.

La fauna silvestre y las áreas urbanizadas

A diferencia de lo que ocurre en los sistemas naturales, en las ciudades la abundancia y diversidad de la fauna silvestre se altera radicalmente (Blair 1999). En general, se ha encontrado que la riqueza de especies de los diferentes grupos de fauna aumenta en las áreas suburbanas, mientras que disminuye en las zonas urbanas. Sin embargo, en las ciudades la abundancia de los organismos que sobreviven es muy elevada, y generalmente supera a las encontradas en los alrededores de la ciudad. A escala de comunidad, las especies que prosperan en zonas urbanas son generalistas sinantrópicos; es decir, se adaptan a una amplia variedad de condiciones, incluso a los ecosistemas urbanos (McKinney 2002).

La importancia de la fauna silvestre de las ciudades radica en el mantenimiento de muchos servicios importantes para el ecosistema urbano. Procesos como la polinización de árboles o el reciclaje de nutrimentos y desechos urbanos son facilitados por los diversos organismos que componen la fauna de las ciudades (Chiesura 2004). A la fauna silvestre urbana también se le considera causante de daños y perjuicios a los asentamientos humanos citadinos. Daños como los provocados por la acumulación de desechos derivados de la presencia de grandes colonias de aves o murciélagos en edificios y parques, así como los efectos de la alimentación de mamíferos en contenedores de basura o animales cavadores en parques y jardines,

Hidalgo-Mihart, M.G., J. Bello-Gutiérrez, S.L. Arriaga-Weiss y M.A. López-Luna. 2019. Fauna silvestre en la ciudad de Villahermosa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 375-381.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

son reconocidos como los más importantes conflictos entre los humanos y la fauna silvestre urbana (Adams *et al*. 2006). Asimismo, la transmisión de enfermedades de la fauna silvestre urbana hacia los humanos y sus animales domésticos ha sido reconocida como factor de riesgo en muchas ciudades alrededor del mundo (Bradley y Altizer 2007). Finalmente, una parte importante de los habitantes de las ciudades considera la presencia de depredadores como un riesgo, a pesar de que los casos de ataques a humanos son extremadamente raros (Adams *et al*. 2006; véase Los cocodrilos de Villahermosa, en esta obra).

Fauna silvestre en Villahermosa

La ciudad de Villahermosa cuenta con características ecológicas particulares que la hacen diferente de la mayor parte de las urbes mexicanas. Su ubicación geográfica en la planicie de inundación tabasqueña, donde convergen gran cantidad de cuerpos lagunares internos y corren dos grandes ríos (Aparicio *et al*. 2009), ocasionan que Villahermosa cuente con amplios humedales con vegetación natural, lo que favorece la diversidad de hábitats y de especies de fauna silvestre (figura 1).

Ante esta situación, durante 2007 y 2008 la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco llevó a cabo un esfuerzo importante para determinar los patrones espaciales y temporales de diversidad y abundancia de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en Villahermosa y sus alrededores. El estudio consistió en establecer 60 sitios de muestreo, 30 de estos distribuidos en el área urbana y 30 en sus alrededores (2 km a partir del límite del área urbana). En cada uno se llevaron a cabo muestreos estacionales (época seca y de lluvia) en los cuales se realizaron búsquedas intensivas de organismos para el caso de anfibios y reptiles, observaciones directas e identificación de cantos para las aves y, para el estudio de mamíferos, se hizo captura en redes de niebla y observación de huellas. Se encontró que en Villahermosa y sus alrededores existen 14 especies de anfibios, 17 de reptiles (Solis-Zurita *et al*. 2008), 144 de aves y 24 de mamíferos silvestres (Juárez-Hernández 2010).

Asimismo se observó que los niveles de urbanización a lo largo de la ciudad modifican notablemente la riqueza de especies de fauna silvestre. Es así que para reptiles, anfibios, aves y mamíferos, la mayor riqueza de especies se ubicó en los alrededores de la ciudad (Solis-Zurita *et al*. 2008, Juárez-Hernández 2010, Cruz-Pérez 2010).

En cuanto a la abundancia de cada especie, en Villahermosa existen algunas notablemente dominantes sobre las demás. En los anfibios, el sapo común (*Rhinella horribilis*)[1] es la especie con mayor dominancia en ambientes urbanos; en el caso de los reptiles, son la lagartija besucona o chuchú (*Hemidactylus frenatus*) y la lagartija de abanico

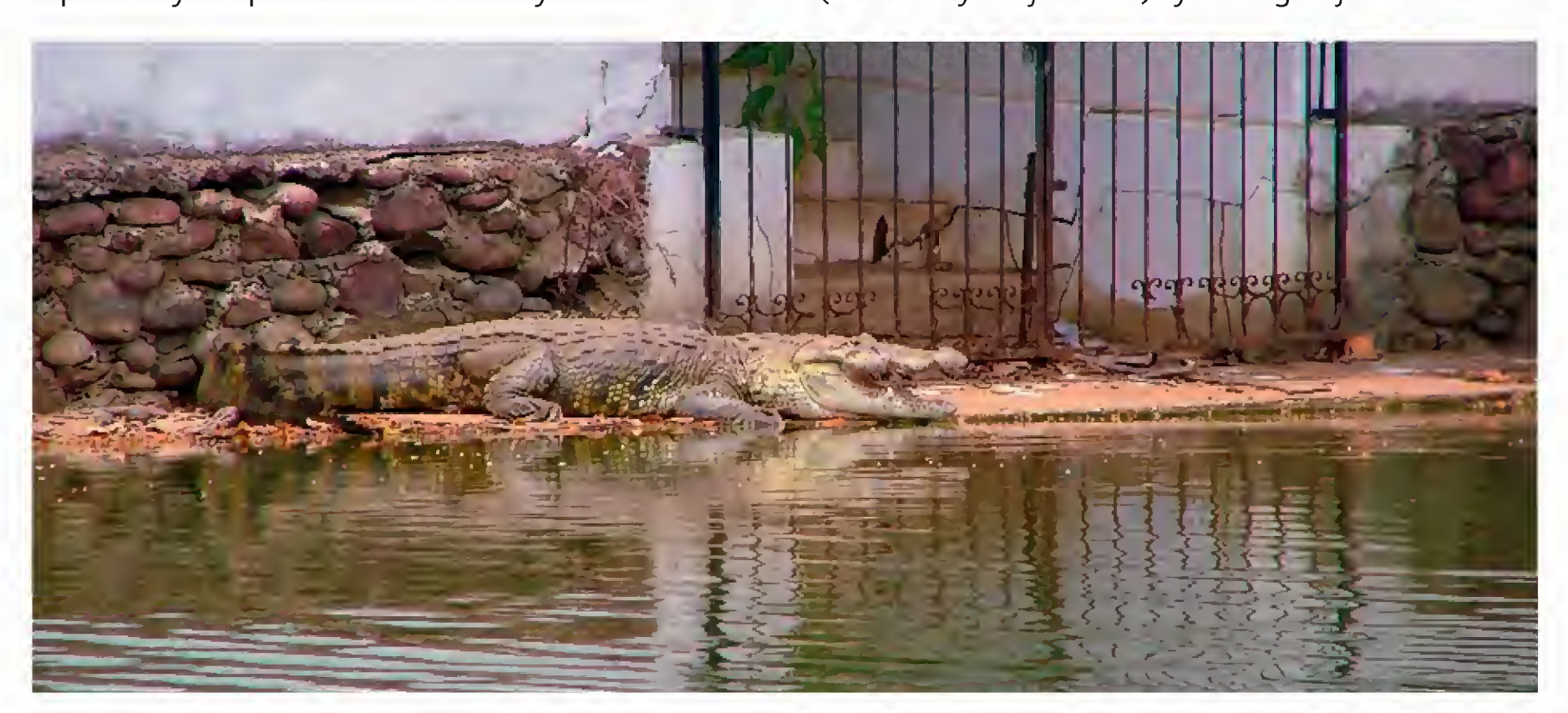


Figura 1. La fauna silvestre urbana de Villahermosa puede encontrarse en casi cualquier sitio. Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) asoleándose en la Laguna de las Ilusiones. Foto: Marco Antonio López-Luna.

[1] En esta obra, dentro del apéndice particular de anfibios, *Rhinella horribilis* se maneja como *Rhinella marina* (sinonimia).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

antillano (*Anolis sagrei*), la primera proviene del sureste de Asia, y la segunda de las Antillas (Barragán-Vázquez *et al.* 2010). En el caso de las aves, las especies que dominan son el zanate (*Quiscalus mexicanus*, figura 2) y la paloma (*Columba livia*, figura 3) la cual fue introducida desde Europa occidental. En el caso de los mamíferos, las especies dominantes son los frugívoros *Artibeus jamaicensis* y *A. lituratus* (Bello-Gutiérrez *et al.* 2010).

Los ecosistemas urbanos tienen efectos importantes sobre la fisiología, nutrición y sobrevivencia de las especies, a pesar de contar con recursos alimenticios casi ilimitados para la fauna que alojan (Adams *et al.* 2006). Se han detectado alteraciones fisiológicas importantes derivadas del estrés, la contaminación y, en algunos casos, por deficiencias nutricionales asociadas a la baja calidad de los alimentos que las especies obtienen en las ciudades (Ditchkoff *et al.* 2006). En Villahermosa se han observado efectos de este tipo en murciélagos, los cuales presentan casos de alopecia derivados de deficiencias nutricionales (Bello-Gutierrez *et al.* 2010); en cocodrilos de pantano (*Crocodylus moreletii*) de la Laguna de las Ilusiones se ha reportado que muchos individuos presentan daño genotóxico (las sustancias genotóxicas se unen directamente al ADN o actúan indirectamente mediante la afectación de las enzimas involucradas en la replicación del ADN causando mutaciones) (Aguirre-Álvarez 2009); además se ha observado un exceso de machos, en comparación con poblaciones de áreas no urbanas (López-Luna *et al.* 2011). Las causas específicas de estas condiciones carecen de una explicación clara; sin embargo, se ha planteado la presencia de algún disruptor hormonal en la Laguna de las Ilusiones ocasionado por la contaminación, así como por elevadas temperaturas de incubación de los huevos, lo que produce un efecto de masculinización de los embriones (López-Luna *et al.* 2011).

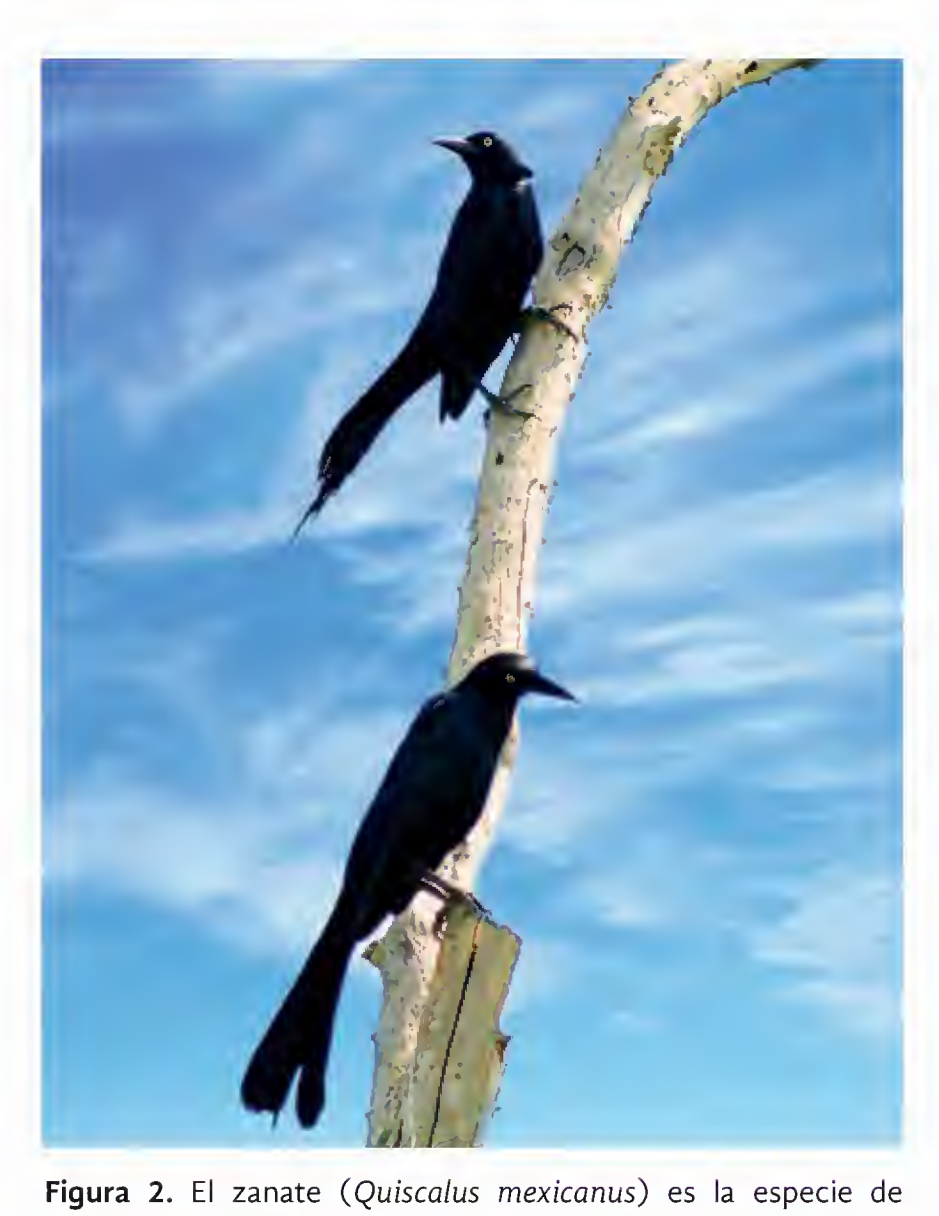


Figura 2. El zanate (*Quiscalus mexicanus*) es la especie de ave dominante de las ciudades de Tabasco. Foto: J.M. Koller-González.

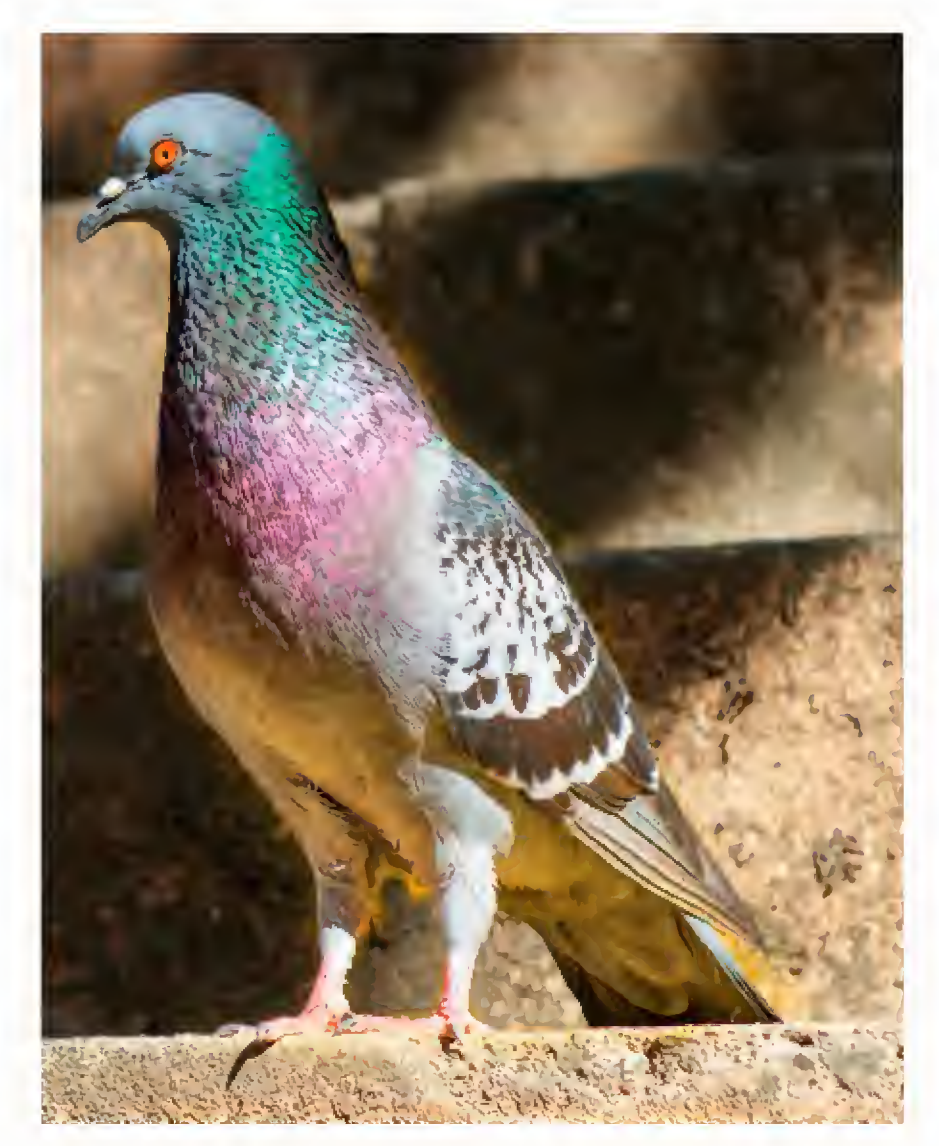


Figura 3. La paloma (*Columba livia*) es una especie introducida muy común en los ambientes urbanos de Villahermosa. Foto: J. M. Koller-González.

Anfibios y reptiles de Villahermosa

En Villahermosa y sus alrededores se han reportado 14 especies de anfibios (figura 4) y 17 de reptiles. La mayor abundancia dentro de los anfibios corresponde al sapo común (*Rhinella horribilis*), rana arborícola verrugosa (*Trachycephalus typhonius*), sapo (*Incilius valliceps*), ranita grillo (*Dendropsophus microcephalus*), rana arborícola de la lluvia (*Smilisca baudinii*) y sapito de charco (*Leptodactylus melanonotus*). En cuanto

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

a los reptiles, los más abundantes son la lagartija de abanico antillano (*Anolis sagrei*), lagartija besucona o chuchú (*Hemidactylus frenatus*), iguana verde (*Iguana iguana*) y toloque pasarrios (*Basiliscus vittatus*; Solis-Zurita *et al.* 2008).

En Villahermosa se ha encontrado que la mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles se presenta en las áreas que rodean a la ciudad, mientras que en zonas urbanas es menor (Solis-Zurita *et al.* 2008).

En la ciudad y sus alrededores se presentan nueve especies de anfibios y reptiles protegidas de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010; cuadro 1).

Figura 4. La "dos cabezas" (*Dermophis mexicanus*) es una de las especies de anfibios que pueden ser encontradas en la ciudad de Villahermosa y sus alrededores. Foto: Marco Antonio López Luna.

Aves de Villahermosa

Este es el grupo de vertebrados más variado de la fauna urbana en Tabasco, con 144 especies. Entre las más comunes se encuentran el zanate (*Q. mexicanus*), la paloma (*C. livia*), el chejé (*Melanerpes aurifrons*) y el pistoqué o chilera (*Pitangus sulphuratus*). La mayoría de esas especies presenta adaptaciones

Cuadro 1. Fauna silvestre presente en la ciudad de Villahermosa y sus alrededores, enlistados en la NOM-059.

Grupo	Nombre común	Nombre científico	Estatus en la NOM
Anfibios			
	Rana acuática común	*Lithobates berlandieri*	Pr
Reptiles			
	Geco enano collarejo	*Sphaerodactylus glaucus*	Pr
	Cocodrilo de pantano	*Crocodylus moreletii*	Pr
	Pochitoque negro	*Kinosternon leucostomum*	Pr
	Hicotea	*Trachemys venusta*	Pr
	Guao	*Staurotypus triporcatus*	A
	Sauyan	*Boa imperator*[1]	A
	Culebra de agua moteada	*Thamnophis marcianus*	A
	Culebra de agua rayada	*Thamnophis proximus*	A
Aves			
	Pato real	*Cairina moschata*	P
	Mirasol grande	*Botaurus pinnatus*	A
	Loro frente blanca	*Amazona albifrons*	Pr
	Perico de garganta oliva	*Eupsittula nana*	Pr
	Aura sabanera	*Cathartes burrovianus*	Pr
	Colorín sietecolores	*Passerina ciris*	Pr
	Caracolero común	*Rostrhamus sociabilis*	Pr
	Macá gris	*Tachybaptus dominicus*	Pr
	Garza tigre	*Tigrisoma mexicanum*	Pr
	Vireo de manglar	*Vireo pallens*	Pr
Mamíferos			
	Nutria de río	*Lontra longicaudis*	A
	Puercoespín mexicano	*Coendou mexicanus*	A
	Manatí antillano	*Trichechus manatus*	P

P = en peligro de extinción; Pr = sujeta a protección especial; A= amenazada. [1] En esta obra, dentro del apéndice particular de reptiles, *Boa imperator* se maneja como *Boa constrictor* (sinonimia). Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

que les permiten vivir en las condiciones que se presentan en los medios urbanos, lo cual redunda en que son muy abundantes; sin embargo, es importante considerar que también hay especies adaptadas parcialmente al medio urbano, por lo que sólo se encuentran en áreas verdes y humedales. Entre estas es posible observar pericos (*Epsittula nana*), chechas (*Amazona albifrons*), peas (*Psilorhinus morio*), pijules (*Crotophaga sulcirostris*), diversas especies de garzas (*Bubulcus ibis, Egretta thula* y *Ardea alba*) y otras aves acuáticas. De manera ocasional, también es posible observar las que son características de ambientes no urbanos, como las chachalacas (*Ortalis vetula*), aunque depende de la cercanía de la ciudad a manchones de vegetación arbórea.

Un aspecto a resaltar es la importancia de las ciudades como sitios de descanso o permanencia temporal para numerosas especies migratorias. Contrario a lo que se ha registrado en ciudades de zonas templadas, la cantidad de especies migratorias en ciudades tropicales es considerablemente mayor; por ejemplo, 35 (30%) de las especies de aves registradas en Villahermosa son migratorias, y algunas son considerablemente abundantes, como el chipe amarillo (*Setophaga petechia*; figura 5), chipe colifajado (*Setophaga magnolia*), chipe encapuchado (*Setophaga citrina*), chipe piquigrueso (*Icteria virens*) y cebrita (*Mniotilta varia*). Derivadas de su presencia y abundancia en las ciudades, algunas especies de aves pueden llegar a causar problemas de tipo sanitario, como los zanates, especie abundante en los parques y otras zonas arboladas, pero no son muy apreciados porque su excremento cae sobre las personas, además de que se acumula y requiere de constante limpieza. Otro problema en el que intervienen diferentes especies, también relacionado con la acumulación de excremento, es el deterioro de fachadas de edificios, sobre todo si están hechas de materiales calizos que son susceptibles a la acidez de las heces de las aves. En Villahermosa se han reportado 10 especies enlistadas en la NOM-059 (cuadro 1; SEMARNAT 2010)

Figura 5. El chipe amarillo (*Setophaga petechia*) es una de las especies de aves migratorias que pueden ser encontradas en Villahermosa. Foto: J.M. Koller-González.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Mamíferos de Villahermosa

Se han registrado 25 especies de mamíferos terrestres en la ciudad de Villahermosa y sus alrededores. Entre estas se encuentran tres especies de tlacuaches (*Didelphis virginiana*, *D. marsupialis* y *Philander opossum*, figura 6), 14 de murciélagos (principalmente de la familia Phyllostomidae que cuenta con 10 especies), al menos tres de roedores (el puerco espín mexicano *Coendou mexicanus*, la ardilla gris *Sciurus aureogaster* y la rata algodonera *Sigmodon hispidus*), además de varias especies de carnívoros, como mapaches (*Procyon lotor*), coatíes (*Nasua narica*), zorras grises (*Urocyon cineroargenteus*) y coyotes (*Canis latrans*; Bello-Gutiérrez *et al.* 2010, Cruz-Pérez 2010, Juárez-Hernández 2010).

En Villahermosa, debido a la permanente presencia de cuerpos lagunares, existen mamíferos acuáticos como el manatí antillano (*Trichechus manatus*), que presenta una población residente en la Laguna de las Ilusiones (González-Socoloske *et al.* 2009), así como semiacuáticos, como la nutria de río (*Lontra longicaudis*). Asimismo, en Villahermosa y sus alrededores es frecuente encontrar al murciélago pescador (*Noctilio leporinus*) asociado a los cuerpos de agua (Juárez-Hernández 2010).

Figura 6. El tlacuache cuatro ojos (*Philander opossum*) es uno de los mamíferos medianos que pueden encontrarse en Villahermosa. Foto: L.G. Avila-Torresagatón.

En general, en las zonas de grandes espacios con vegetación natural o inducida es posible encontrar más riqueza de especies de mamíferos, comparada con las áreas con mayor grado de urbanización (Juárez-Hernández 2010, Cruz-Pérez 2010); sin embargo, se encontró que aun en sitios altamente urbanizados, como el centro de la ciudad de Villahermosa, es posible encontrar mamíferos silvestres. Es así que en estos lugares algunas especies son tan abundantes como en los alrededores de la ciudad, como los murciélagos frugívoros del género *Artibeus* (*A. luturatus* y *A. jamaicensis*) o el murciélago insectívoro *Molossus rufus,* el cual presenta colonias de considerable tamaño bajo los puentes vehiculares y en los espacios entre los edificios (Juárez-Hernández 2010). Asimismo, mamíferos medianos, como las ardillas y los tlacuaches del género *Didelphis* persisten con elevado grado de urbanización.

En general, los mamíferos más abundantes en Villahermosa y sus alrededores son los murciélagos, principalmente los frugívoros que pertenecen a los géneros *Artibeus* y *Sturnira* (*Sturnira lillium y Sturnira ludivicii*), así como el nectarívoro *Glosophaga soricina* (Juárez-Hernández 2010). Al parecer, estas especies se benefician del mosaico entre áreas urbanizadas y sin urbanizar que existe en el paisaje de Villahermosa (Cruz-Pérez 2010, Juárez-Hernández 2010). De las 24 especies registradas de mamíferos silvestres en Villahermosa, únicamente tres se incluyen en alguna categoría de protección de acuerdo con las leyes mexicanas (cuadro 1; SEMARNAT 2010).

Consideraciones finales

La fauna silvestre de Villahermosa es un componente esencial de la ciudad y debe ser manejada y conservada de forma adecuada, por lo que es necesario que se lleven a cabo acciones que favorezcan el incremento en la heterogeneidad de las comunidades de vertebrados de la región, debido a que se presenta un dominio de especies generalistas sinantrópicos, varias de ellas introducidas. Las áreas naturales protegidas de la ciudad, como la Laguna de las Ilusiones, constituyen una excelente oportunidad para llevar a cabo dichas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

acciones, pues incrementan la calidad de los hábitats para las especies de fauna silvestre urbana y favorecen el incremento en la riqueza de especies. Asimismo, las amplias áreas inundables no urbanizadas que subsisten al interior y en los alrededores de la ciudad son importantes para conservar la fauna silvestre, por lo que se deben promover acciones para evitar su relleno y degradación.

La fauna que persiste en la ciudad de Villahermosa es relativamente bien conocida y se han logrado identificar patrones importantes de distribución y abundancia de la misma. No ocurre lo mismo con las otras 12 ciudades de Tabasco. Es importante que en esfuerzos futuros se lleven a cabo estudios para conocer cómo el proceso de urbanización afecta a la fauna de las ciudades medianas y pequeñas.

Referencias

Adams, C.E., K.J. Lindsay y S.J. Ash. 2006. *Urban wildlife management*. Taylor & Francis, Florida.

Aguirre-Álvarez, I.K. 2009. *Estudio de genotoxicidad en una población de cocodrilos de pantano (Crocodylus moreletii) de la Laguna de las Ilusiones, mediante la técnica de electroforesis unicelular en gel*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Aparicio J., P.F. Martínez-Austria, A. Güitrón y A.I. Ramírez. 2009. Floods in Tabasco, Mexico: a diagnosis and proposal for courses of action. *Journal of Flood Risk Management* 2:132-138.

Barragán-Vázquez, M.R., C.E. Zenteno Ruíz, C. Solís-Zurita *et al*. 2010. Herpetofauna asociada a ambientes urbanos y suburbanos de Villahermosa, Tabasco. *Kuxulkab'* 16:19-26.

Bello-Gutiérrez, J., G. Suzzan-Azpiri, M.G. Hidalgo-Mihart y G. Salas. 2010. Alopecic syndrome in bats from Tabasco, México. *Journal of Wildlife Diseases* 46:1000-1004.

Blair, R.B. 1999. Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecological Applications* 9:164-170.

Bradley, C.A. y S. Altizer. 2007. Urbanization and the ecology of wildlife diseases. *Trends in Ecology and Evolution* 22:95-102.

Chiesura, A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68:129-138.

Cruz-Pérez, P. 2010. *Modelo predictivo de distribución de quirópteros en áreas urbanas y exurbanas de la ciudad de Villahermosa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Ditchkoff, S.S., S.T. Saalfeld y C.J. Gibson. 2006. Animal behavior in urban ecosystems: modifications due to human-induced stress. *Urban Ecosystems* 9:5-12.

González-Socoloske, D., L.D. Olivera-Gomez y R.E. Ford. 2009. Detection of free-ranging West Indian manatees *Trichechus manatus* using side-scan sonar. *Endangered Species Research* 8:249-257.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2005. II Conteo de Población y Vivienda. En: ‹*http://www.inegi.org.mx/default.aspx*›, última consulta: 4 de abril de 2011.

Juárez-Hernández, R. 2010. *Riqueza y abundancia de murciélagos en relación con variables ambientales del paisaje en Villahermosa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

López-Luna, M.A., M.G. Hidalgo-Mihart y G. Aguirre-León. 2011. Descripción de los nidos del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en un paisaje urbanizado en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 27:1-16.

McDonnell, M.J. y S.T.A. Pickett. 1990. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology* 71:1232-1237.

McKinney, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity and conservation. *Bioscience* 52:883-890.

ONU. Organización de las Naciones Unidas. 2009. World Urbanization Prospects. En: ‹*http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm*›, última consulta: 20 de mayo de 2012.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 2007. *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*. SEDESOL/CONAPO/INEGI, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Shochat, E., P.S. Warren, S.H. Faeth *et al*. 2006. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 21:186-191.

Solis-Zurita, C., M.R. Barragán-Vázquez, C.E. Zenteno-Ruíz y M.A. López-Luna. 2008. Diversidad de anfibios y reptiles de la ciudad de Villahermosa, Tabasco en dos épocas del año. En: *Perspectivas en Zoología Mexicana*. A.J. Sánchez, M.G. Hidalgo-Mihart, S.L. Arriaga-Weiss y W.M. Contreras-Sánchez (comps.). UJAT, Tabasco, 129-138 pp.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Los cocodrilos de Villahermosa

Marco Antonio López Luna, Gustavo Rodríguez Azcuaga, Mariana del Carmen González Ramón y Roberto Ramos Targarona

Introducción

El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) es un animal de talla grande que puede sobrepasar los 3 m de longitud total (Pérez-Higareda *et al.* 1991). Su distribución abarca desde Tamaulipas y los humedales de la planicie costera del golfo de México, hasta Guatemala y Belice, incluso la península de Yucatán (Ross 1987). Son escasos los estudios formales sobre su biología, alimentación, reproducción y distribución en ambientes urbanizados (Álvarez del Toro 1974, Pérez-Higareda *et al.* 1989, Platt *et al.* 2006, 2007, 2008, Casas-Andreu *et al.* 2011, Barrios-Quiroz *et al.* 2012); por lo que el presente estudio tiene por objetivo incrementar el acervo de conocimiento mediante la descripción del estatus de una población de cocodrilos y sus interacciones ecológicas en un ambiente urbanizado.

Área de estudio y método de muestreo

En el periodo 2006-2007 la población de cocodrilo de pantano fue estudiada en un lago natural urbano de aproximadamente 260 ha, llamado Laguna de las Ilusiones, que está aislado dentro la ciudad de Villahermosa, capital de Tabasco. A pesar de la modificación del hábitat, la fauna silvestre está bien establecida; además de los cocodrilos, destacan otros macrovertebrados acuáticos como peces, aves, tortugas dulceacuícolas, nutrias y manatíes (INEGI 2006).

Para estudiar los cocodrilos se hicieron muestreos en la laguna por medio de recorridos diurnos y nocturnos con los objetivos de conteo y captura. Se calculó el tamaño de la población, la talla relativa de los individuos por clases (CI: ≤ 59 cm, CII: 60-99 cm, CIII: 100-149 cm, CIV: 150-209 cm, CV: 210-269 cm, y CVI: ≥ 270 cm), se revisó el contenido estomacal y se observaron las anidaciones. Para la temporada 2006-2007 se calcularon 665 cocodrilos presentes en la Laguna de las Ilusiones: 380 (CI), 90 (CII), 105(CIII), 70(CIV), 16 (CV) y 4(CVI; figura 1).

Resultados

En los dos años se capturaron 266 organismos de todas las tallas. La CI fue la mejor representada (74.1% de las capturas) y la CVI fue la menor (0.8% de las capturas). Con estos datos se estimó que existe una proporción de 5.8 machos por cada hembra. La clase con más hembras fue la CIII; mientras que la mayor proporción de machos fue observada en la CI (figura 1). Se destaca el hecho que 100% de las capturas de individuos de la CI capturados durante 2007 fueron machos.

Se revisó el contenido estomacal en 71 individuos y se encontró que 74.6% de los estómagos contenía indicios y partes de ítems alimentarios (figura 2). Esto es relevante, ya que indica que la mayoría de los individuos de cocodrilos de pantano en la Laguna de las Ilusiones tiene oportunidad de alimentarse regularmente y que el hábitat está ofreciendo ese recurso de manera habitual. Los insectos y peces se presentaron en casi todas las edades; se identificaron presas como reptiles y aves que, al parecer, tenían un tamaño mayor al depredador, lo que indica que el cocodrilo de pantano es un oportunista que accede a cualquier tipo de alimento, desde pequeños insectos hasta animales más grandes e incluso cadáveres, como lo describen Platt *et al.* (2007). Dentro de los componentes no degradables destacan piedrecitas y areniscas; sin embargo, hubo algunos estómagos con bolsas de plástico, globos y hasta preservativos. Se ha descrito el consumo de componentes plásticos en otras especies

López-Luna, M.A., G. Rodríguez-Azcuaga, M.C. González-Ramón y R. Ramos-Targarona. 2019. Los cocodrilos de Villahermosa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 382-385.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

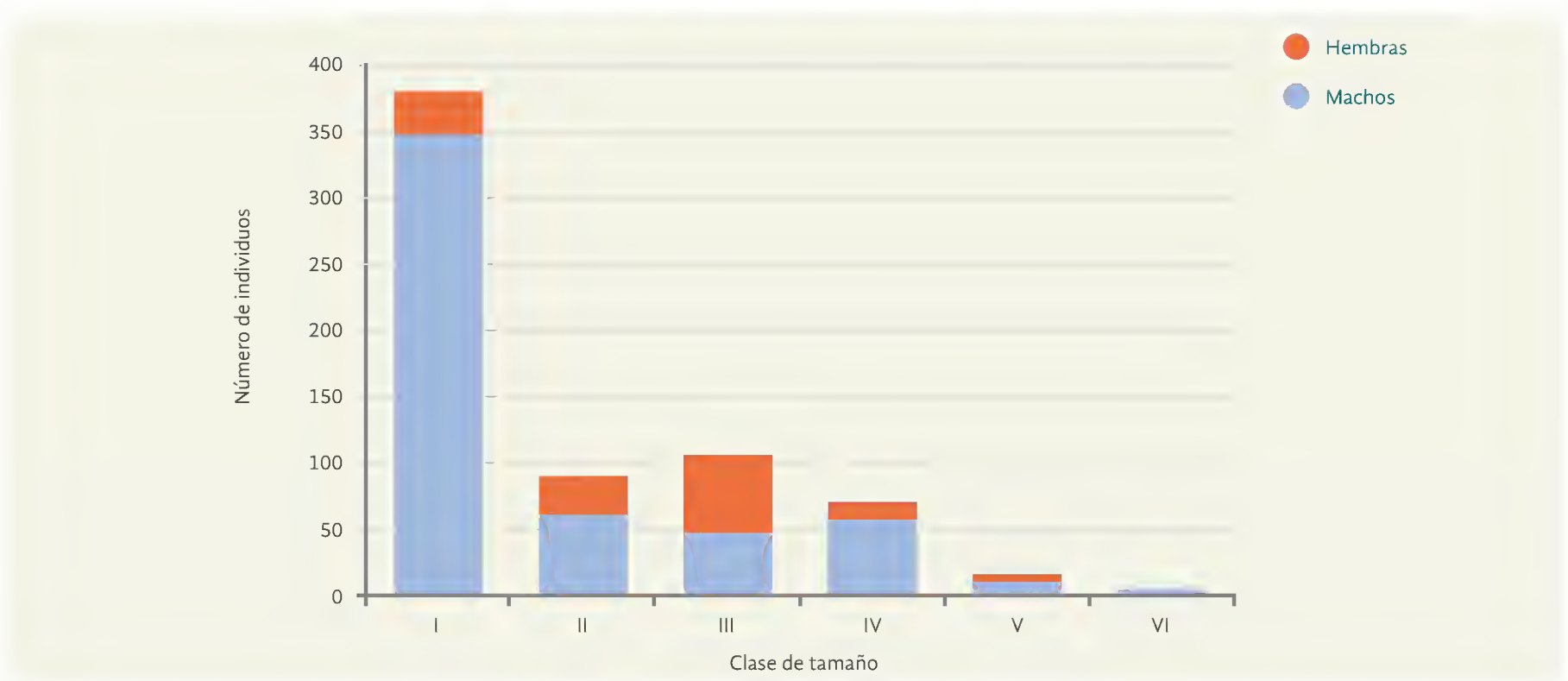


Figura 1. Cálculo poblacional y proporción sexual de cocodrilos por clases de tamaño para la temporada 2007. Laguna de las Ilusiones, Villahermosa, Tabasco. Fuente: elaboración propia con información de campo.

de reptiles y los problemas que causa (Valente *et al.* 2008); posiblemente algunas muertes de cocodrilos reportadas en la laguna tengan que ver con el consumo de estos plásticos (Tabasco Hoy 2008).

En cuanto a la anidación, se encontró que en los ambientes no urbanos las hembras fabrican sus nidos de pasto y vegetación acuática, mientras que en la ciudad de Villahermosa, utilizan cualquier cosa a su alcance, incluso basura. Este comportamiento permite que muchos nidos estén perfectamente camuflados y no despierten sospecha entre los habitantes (figura 3). Recientemente se han descrito las características de la anidación de los cocodrilos en la Laguna de las Ilusiones (López-Luna *et al.* 2011). Los nidos pueden estar ocultos entre la maleza de los bordes de las lagunas; muchos cocodrilos depositan y cuidan sus huevos a escasos centímetros de alguna calle concurrida o frente a alguna zona hotelera ocultándose hábilmente de peatones y expendedores callejeros de dulces, refrescos y fritangas. Si se considera que los desperdicios de comida son abundantes en el área, los potenciales depredadores de los nidos, como perros, coatíes y mapaches, prefieren utilizar estos recursos, lo que permite que la depredación a los nidos sea baja.

Principales amenazas

A pesar de que prácticamente no existen registros de ataques mortales o de consecuencias graves en la ciudad y sus alrededores, entre los pobladores de la ciudad existe el temor por la presencia de este depredador, lo cual ha llevado a que algunas personas los maten utilizando anzuelos matacocodrilos (que perforan estómago, tráquea y pulmones; provocando su muerte por la infección generalizada). El uso de carne envenenada, disparos con arma de fuego y la quema de los nidos cuando son descubiertos son acciones que afectan negativamente a su población; sin embargo, al parecer, la cantidad de reproductores en el centro de Villahermosa se ha mantenido estable desde los últimos 15 años (figura 4), lo que indica que las estrategias de estos animales les permiten competir con éxito en un ambiente netamente urbano.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

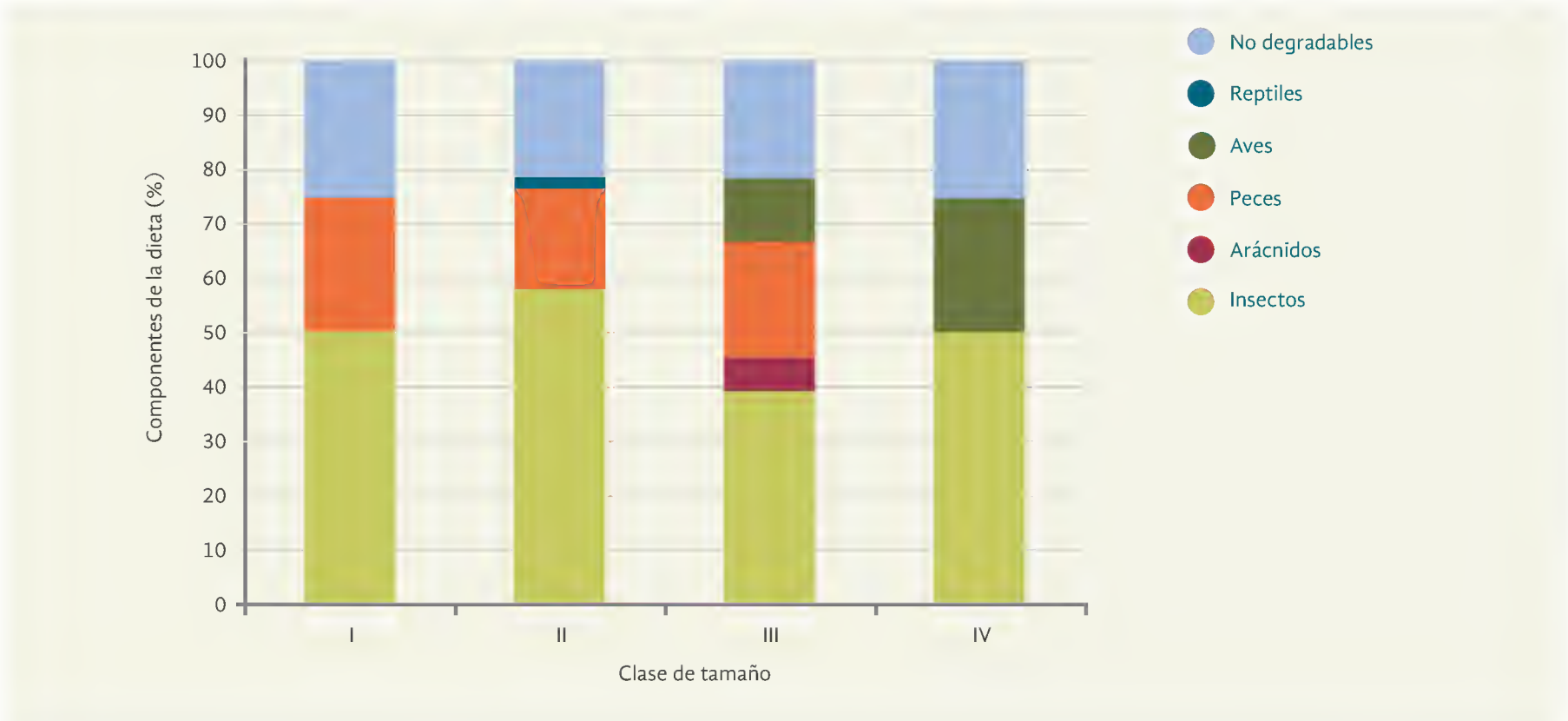


Figura 2. Composición de la dieta de *Crocodylus moreletii* por clase de tamaño. Laguna de las Ilusiones, Villahermosa, Tabasco. Fuente: elaboración propia con información de campo.

Figura 3. Nido de cocodrilo urbano protegido por la madre (note la basura en el nido y la cercanía a las construcciones). Laguna de las Ilusiones (vaso Cencali), Villahermosa, Tabasco. Foto: Marco Antonio López-Luna.

Conclusión y recomendaciones

Las estrategias de conservación son necesarias para preservar esta especie. Considerarlo un atractivo turístico puede ayudar a cambiar el pensamiento negativo de las personas hacia ésta; además, no se deben descartar las ventajas científicas que esta población brinda para el incremento del conocimiento biológico y ecológico. Se pueden establecer planes de manejo con las autoridades locales y federales que permitan el aumento de variabilidad genética de poblaciones en cautiverio o probar técnicas de rancheo y recolección de crías para medir el impacto y viabilidad de esta técnica en poblaciones más grandes.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

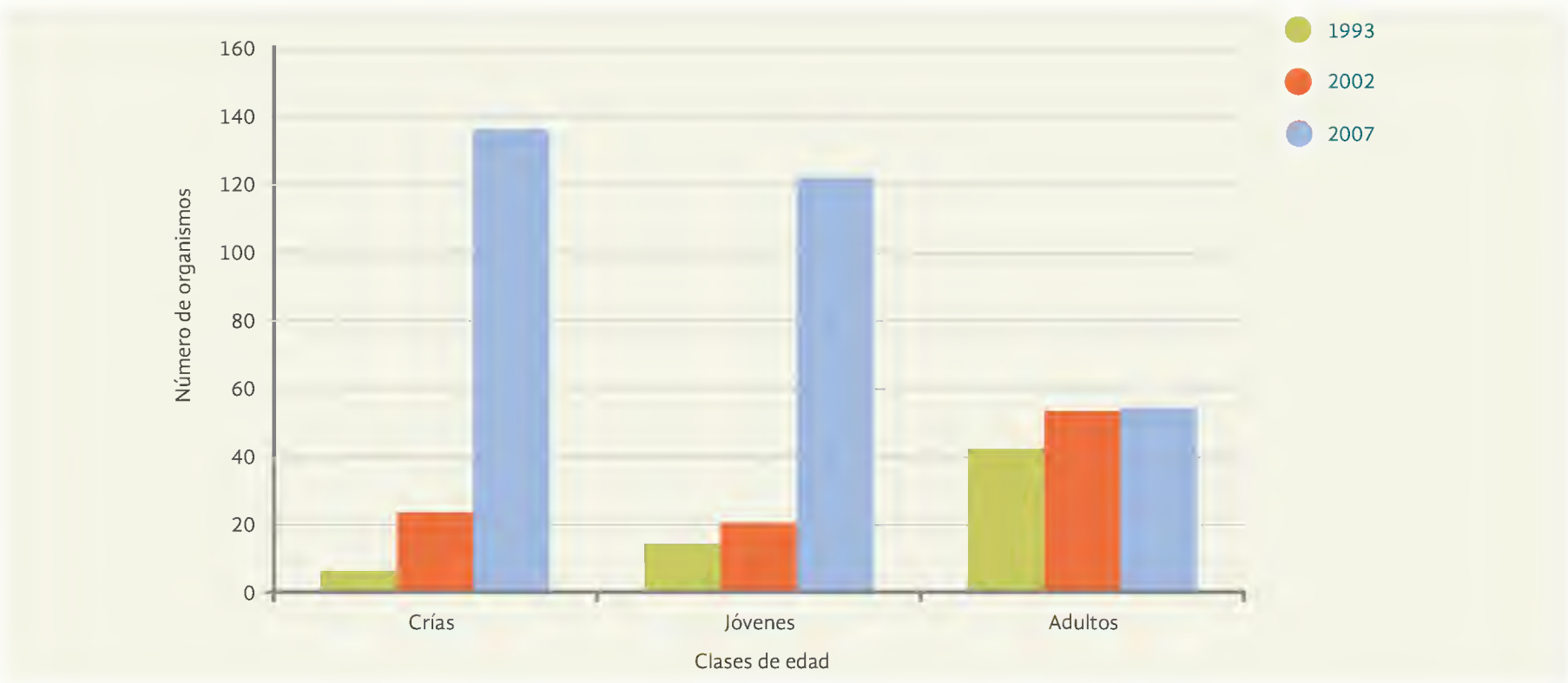


Figura 4. Comparación de la estructura poblacional en tres periodos de tiempo. Laguna de las Ilusiones, Villahermosa, Tabasco. Fuente: elaboración propia con información de campo, Pacheco de la Cruz 1996, Gómez-Rodríguez 2003.

Referencias

Álvarez del Toro, M. 1974. *Los Crocodylia de México: estudio comparativo*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.

Barrios-Quiroz, G., G. Casas-Andreu y A.H. Escobedo-Galván. 2012. Sexual size dimorphism and allometric growth of Morelet's crocodiles in captivity. *Zoological Science* 29(3):198-203.

Casas-Andreu, G., G. Barrios-Quiroz y R. Macip-Ríos. 2011. Reproducción en cautiverio de *Crocodylus moreletii* en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:261-273.

Gómez-Rodríguez, W. 2003. *Estudio preliminar para estimar la densidad relativa y distribución de Crocodylus moreletii (Cocodrilo de pantano) en la Laguna de las Ilusiones en el periodo julio-diciembre 2002, Municipio de Centro, Tabasco*. Tesis de licenciatura en ecología. DACBiol-UJAT, Tabasco.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2006. Centro Tabasco: cuaderno estadístico municipal 2006. INEGI/ Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

López-Luna, M.A, M.G. Hidalgo-Mihart y G. Aguirre-León. 2011. Descripción de los nidos del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en un paisaje urbanizado en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 27(1):1-16.

Pacheco de la Cruz, C. 1996. *Análisis Preliminar sobre el estado actual de la población de Crocodylus moreletii en la Laguna de Las Ilusiones, Villahermosa, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Pérez-Higareda, G., A. Rangel-Rangel y H.M. Smith. 1991. Maximum sizes of Morelet´s and american crocodiles. *Bulletin of Maryland Herpetological Society* 27(1):34-37.

Pérez-Higareda, G., A. Rangel-Rangel, H.M. Smith y D. Chiszar. 1989. Comments on the food and feeding habits of Morelet´s crocodile. *Copeia* 1989(4):1039-1041.

Platt, S.G., T.R. Rainwater, A.G. Finger *et al.* 2006. Food habits, ontogenetic dietary partitioning and observations of foraging behaviour of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in northern Belize. *Herpetological Journal* 16:281-290.

Platt, S.G., T.R. Rainwater, S. Snider *et al.* 2007. Consumption of large mammals by *Crocodylus moreletii*: field observations of necrophagy and interspecific kleptoparasitism. *The Southwestern Naturalist* 52(2):310-317.

Platt, S.G., T.R. Rainwater, J.B. Thorbjarnarson y S.T. McMurry. 2008. Reproductive dynamics of a tropical freshwater crocodilian: Morelet's crocodile in northern Belize. *Journal of Zoology* 275:177-189.

Ross, C.A. 1987. *Crocodylus moreletii*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles (CAAR). *Society for the Study of Amphibians and Reptiles* 407:1-3.

Valente, A.L, I. Marco, M.L. Parga *et al.* 2008. Ingesta passage and gastric emptying times in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Research in Veterinary Science* 84:132-139.

Tabasco Hoy. 2008. Encuentran a un cocodrilo muerto a orilla de la Laguna. En: <*www.trabascohoy.com/nota/28199/encuentran-a-un-cocodrilo-muerto-a-orilla-de-la-laguna*>, última consulta: junio 2012

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad genética 7

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Lenin Arias Rodriguez

Tabasco, estado del sureste de la república mexicana, se caracteriza por su clima tropical y abundantes lluvias; además, presenta particularidades en su formación geológica. Lo anterior, en conjunto, determina un territorio dominado por llanuras de aluvión, resultado del acarreo de los principales ríos del país: el Usumacinta y el Grijalva.

En la región sureña del estado, en el límite con la región serrana del norte de Chiapas, las únicas elevaciones (de Tacotalpa y Teapa) han originado –mediante interacciones geológicas del volcán Chichonal– ambientes extremos cavernícolas y superficiales, que continuamente son alimentados por oasis de aguas sulfurosas con especies únicas de fauna y flora. Esto ha permitido el desarrollo de tipos especiales de ecosistemas que, en algunos casos, son comunes en las selvas tropicales y, en otros, son sitios únicos en el planeta.

Dichas condiciones detonaron el surgimiento de muchas especies que, en la actualidad, se han listado en miles y en algunos grupos taxonómicos animales en cientos y decenas. Tal biodiversidad biológica es el reflejo de lo que, en términos modernos, se conoce como diversidad genética, tanto a nivel específico como poblacional.

En los últimos años, con el esfuerzo compartido de instituciones educativas y de investigación (locales, nacionales y extranjeras), se han hecho estudios que han permitido comprender la genética básica y molecular de varias especies nativas y endémicas de diversos grupos taxonómicos que coexisten en los ecosistemas de Tabasco.

Los mamíferos son un grupo de gran trascendencia biológica y evolutiva, y varias especies se han registrado dentro de Tabasco. En el estado, sólo tres especies nativas se han estudiado desde la perspectiva genética: el murciélago *Carollia sowelli* y los monos aulladores *Alouatta palliata* y *A. pigra*. En el caso del amplio grupo de los peces, sólo 17 especies de origen dulceacuícola y marino han sido estudiadas desde el enfoque genético: *Parachromis managuensis*, *Petenia splendida*, *Cichlasoma urophthalmus*, *Vieja synspila*, *Thorichthys pasionis*, *Amphilophus robersoni*, *Atractosteus tropicus*, *Poecilia mexicana*, *Astyanax aeneus*, *Ophisternon aenigmaticum*, *Rhamdia laticauda*, *Atherinella alvarezi*, *Centropomus undecimalis*, *Eugerres plumieri* y *Diapterus auratus*; además de *Poecilia sulphuraria* y *Gambusia eurystoma*, que son estrictamente endémicas y exclusivas de ambientes extremófilos sulfurosos del municipio Teapa.

Son siete especies de anfibios y dos de reptiles nativos las que han sido consideradas en estudios de citogenética; entre estas figuran el sapo común (*Chaunus marinus*), rana arborícola (*Smilisca baudinii*), rana grillo (*Dendrosophus microcephalus*), rana gris (*Scinax staufferi*), lagartija gecko bandeado (*Coleonyx elegans*), y dos especies de cocodrilo (*Crocodrylus moreletti* y *C. acutus*).

En relación con los invertebrados, y a pesar de la amplia cantidad de especies registradas para la región, sólo cinco han sido estudiadas genéticamente: tres crustáceos (*Procambarus llamasi*, *Machrobrachium carcinus* y *Cardisoma guanhumi*), y dos gasterópodos (*Pachychilus chrysalis* y *Bursatella leachii*). Contexto similar al grupo anterior es lo que se observa en la flora regional, ya que sólo en seis especies se han investigado aspectos de citogenética básica (*Godmania aescualifolia*, *Clytostoma binatum*, *Tradescantia spathacea*, *Phaseolus vulgaris*, *Capsicum annum* y *Theobroma cacao*).

Los esfuerzos han sido muy pocos en comparación con el número de especies registradas para la entidad.

Arias-Rodriguez, L. 2019. Resumen ejecutivo. Diversidad genética. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 389-390.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

De los estudios que se han realizado en las especies nativas y de acuerdo con lo señalado en esta sección, se ha identificado –mediante marcadores genético moleculares o con la aplicación de las herramientas convencionales de citogenética y de selección genética– que existe una amplia variación genética, así como un gran potencial para el uso de variedades de plantas y animales, entre ellos el cacao criollo (*Theobroma cacao*) y el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). Tal variación genética es el resultado de la interacción de los hábitats especiales y de las barreras biogeográficas que caracterizan la orografía y clima del territorio tabasqueño; un ejemplo particular es lo que se observa en la topota (*Poecilia mexicana*).

Los resultados del probable efecto de la contaminación antropogénica sobre el genoma de varias especies acuáticas, como las mojarras y sardinas, es un indicador de que los estudios de citogenética convencional son una herramienta muy valiosa para correlacionar la calidad del agua de las principales cuencas hidrológicas de la entidad, mediante el empleo de modelos biológicos de origen nativo.

Por otro lado, la poca cantidad de estudios de genética en las especies presentes en Tabasco es un indicador de la creciente necesidad de formar personal científico que permita extender los esfuerzos para analizar la diversidad genética de las especies nativas y aprovecharla. Para ello es necesario incrementar las demandas de las instituciones que proveen recursos económicos, para que los resultados de estas investigaciones puedan ejecutarse en beneficio de los pobladores locales y de la conservación de los recursos naturales de la entidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Perspectivas de los estudios de genética y biotecnología en las especies nativas

Lenin Arias Rodriguez, Carlos Alfonso Álvarez González, Jeane Rimber Indy, Luz del Carmen Lagunes Espinoza, Salomón Páramo Delgadillo, Carlos Manuel Burelo Ramos, Violeta Ruiz Carrera, Rodolfo Gómez Cruz y Nydia del Rivero Bautista

Introducción

La genética y la biotecnología son áreas del conocimiento de la biología moderna que, en tiempos recientes, se han desarrollado de manera acelerada por un número significativo de eventos y de adelantos en las herramientas y procesos de la biología molecular. La genética clásica y el empleo de las técnicas innovadoras de la biología moderna propician avances notables en el conocimiento de la biodiversidad. Los descubrimientos recientes en estas ramas han demostrado su potencial en la regulación de proteínas en los procesos biológicos e industriales, así como en el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales con o sin potencial económico y/o biológico, no sólo desde la perspectiva molecular, sino también desde las relaciones de los organismos con el ecosistema.

El impacto de las actividades antropogénicas sobre los ecosistemas y su biota provoca la pérdida de biodiversidad y, por ende, de especies y sus genes, los cuales podrían tener potencial de aplicaciones con relevancia en la conservación ecológica de los ecosistemas.

La diversidad de especies y ecosistemas en Tabasco ha sido documentada ampliamente en libros y revistas. De acuerdo con Sánchez y Barba (2005), es mayor el número de estudios sobre los grupos taxonómicos de peces, insectos y plantas, y menor en el de mamíferos, anfibios, reptiles y microorganismos, en comparación con otras regiones de México; sin embargo, ha sido mínimo el interés por realizar estudios de biología y genética básica en los campos de las ciencias genómicas, evolución, genotoxicología y mejoramiento asistido por marcadores genéticos. La baja productividad de estudios científicos encaminados al conocimiento y análisis de los mecanismos de genética básica de especies en Tabasco puede estar relacionada con la insuficiente cantidad de especialistas formados en la región, aunado a las limitaciones de las instituciones que los demandan, y hacen aportes financieros para desarrollar esta rama científica en la región.

Por ello, el objetivo de este apartado es abordar –a manera de revisión– los estudios de genética que se llevan a cabo en los contextos regional, nacional e internacional que involucraron el uso de técnicas citológicas, moleculares, bioquímicas y biotecnológicas. Este documento también retoma, desde un ámbito crítico, las herramientas modernas que se requieren para el empleo racional y sustentable de los recursos naturales nativos de Tabasco; asimismo, considera grupos taxonómicos grandes como animales, plantas y microorganismos aprovechando las especialidades y experiencias de cada autor.

Citología e hibridación *in situ*

La citología es una de las áreas más estudiadas en las ciencias biológicas; se encarga de describir estructuras celulares de órganos y tejidos de interés para definir estructuras tan simples, como los epitelios de revestimiento de tejidos, y tan delicados como los del tubo digestivo o de las gónadas (Gilbert 2000). Para esto se apoya en fijadores especiales, tratamientos citológicos definidos y técnicas de tinción especializadas para hacer posible la percepción de los constituyentes extra e intracelulares. Estas herramientas han permitido el desarrollo de estudios en varias especies de animales y plantas nativas de Tabasco, como las descripciones realizadas por Hernandez-Franyutti y Uribe-Aranzábal (2012), y Hernandez-Franyuttiy *et al.* (2005) sobre la ovogénesis y espermatogénesis de la lagartija *Mabuya brachypoda* y

Arias-Rodriguez, L., C.A. Álvarez-González, J.R. Indy, L.C. Lagunes-Espinoza, S. Páramo Delgadillo, C.M. Burelo-Ramos, V. Ruiz-Carrera, R. Gómez-Cruz y N. Del Rivero B. 2019. Perspectivas de los estudios de genética y biotecnología en las especies nativas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 391-398.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

por Méndez-Marín *et al.* (2009) del ciclo reproductivo de hembras del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), así como la determinación del cariotipo (descripción ordenada del número y estructura de los cromosomas) de la mojarra pinta (*Parachromis managuensis*), la tenguayaca (*Petenia splendida*), el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*; Arias-Rodriguez *et al.* 2010a), de la rana arborícola (*Smilisca baudinii*; Hernández-Guzmán *et al.* 2010), del camarón (*Procambarus llamasi*; Indy *et al.* 2010) y de la topota del azufre (*Poecilia sulphuraria*; D' Artola-Barceló *et al.* 2010).

Sin embargo, es necesario insertar técnicas modernas, como la hibridación *in situ* que se basa en la capacidad del ácido desoxirribonucleico (ADN) de hibridarse entre sí cuando hay un complemento en la cadenas de ADN, lo que permitirá, en el futuro cercano, identificar genes específicos, biomoléculas y estructuras biológicas de interés sobre cortes histológicos, preparaciones cromosómicas y pequeños organismos vivos (Gilbert 2000, Nagata 2007); por ejemplo, la sonda molecular empleada en varias especies exóticas de lagartos de la familia Eublepharidae para identificar cromosomas sexuales (Pokorná *et al.* 2010). Dicha investigación da pauta para su aplicación futura en las especies de Tabasco, así como para evaluar el probable impacto que el incremento de la temperatura global pudiera tener sobre los mecanismos que determinan el sexo, y de su efecto en la reproducción de las poblaciones naturales de animales.

Mejoramiento genético de plantas tropicales

Son numerosas y diversas las especies vegetales cultivadas en la zona tropical húmeda. Algunas se encuentran integradas en cultivos tradicionales; en otras, su cultivo se lleva a cabo con prácticas culturales no sustentables, como monocultivos en grandes superficies; y en otros casos se realiza extracción de flora nativa para consumo. Entre ellas están los cultivos tradicionales con procesos de selección dirigida (maíz, caña de azúcar, cacao, plátano, arroz, entre otros), introducidos (frutales exóticos, pastos tropicales, palma de aceite) y los que requieren procesos de selección y conservación para evitar la pérdida de poblaciones naturales (flora nativa de uso alimenticio, artesanal, medicinal o pecuario). A menudo, estas especies tropicales son sometidas a situaciones extremas, como inundaciones de septiembre a diciembre, sequía de marzo a mayo y temperaturas elevadas (>30°C) cuyas adaptaciones se reflejan, por ejemplo, en la genética de poblaciones, deriva genética, adaptación climática y resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades.

Para lograr la mejora genética de cultivos tradicionales, introducidos y, sobre todo, de flora nativa, se necesita generar conocimiento básico acerca de la organización de su variabilidad genética, del nivel de polimorfismo, de la plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones de estrés biótico (plagas y enfermedades) y abiótico (sequía, inundación, reducción de fertilizantes y pesticidas, contaminantes), y la identificación de variedades. Todo esto utilizando métodos de genética cuantitativa y molecular, fisiología de cultivos y biología molecular con los siguientes propósitos:

- Generar marcadores genéticos/moleculares que permitan detectar el nivel de polimorfismo (o variación genética) entre poblaciones naturales o sintéticas de plantas en el estado, como lo reportado en el frijol común (Vidal-Barahona 2005) y frijol pelón (Vidal-Barahona *et al.* 2006).
- Construir mapas genéticos de cruzamientos específicos.
- Detectar genes y marcadores con caracteres que sean sujetos a cuantificación o QTL (locus de un carácter cuantitativo).
- Seleccionar de forma asistida con marcadores (SAM).
- Caracterizar genes que se expresan como respuesta a los estímulos ambientales y monitorear la expresión génica de tejido u órgano-específico utilizando la tecnología del ARN.
- Identificar genes candidatos.
- Realizar, en combinación con técnicas de cultivo vegetal *in vitro*, la transformación genética de vegetales en casos en los que no sea posible la aplicación de la SAM.

Todo esto para identificar genotipos sobresalientes en rendimiento, calidad de los productos y compuestos bioactivos, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a altas temperaturas, a inundación cíclica y déficit hídrico, así como a niveles altos de contaminación, entre otros, que permitan mantener o incrementar los rendimientos agrícolas, introducir nuevos cultivos para uso alimenticio, pecuario, medicinal o industrial, conservar la diversidad vegetal y mejorar la calidad de los productos obtenidos, con lo que se asegura un progreso agrícola sustentable en la entidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Biotecnologías del cultivo vegetal *in vitro*

El cultivo y la manipulación de protoplastos, células, tejidos y órganos de vegetales, en condiciones asépticas y ambientes controlados es una herramienta biotecnológica *in vitro* de alto impacto que conduce a la multiplicación celular por mitosis, producción *de novo* de órganos, embriones somáticos o clonación de plantas completas (en menor tiempo y espacio) libres de patógenos (incluidos los virus) que dan pauta al desarrollo de estrategias de propagación masiva y mejoramiento genético. La producción de compuestos naturales o metabolitos secundarios se suman a los múltiples beneficios que ofrecen dichas técnicas.

Numerosas aplicaciones del cultivo vegetal *in vitro* de cosechas ornamentales, forestales, frutales y alimenticias de cereales, raíces, tubérculos, leguminosas y oleaginosas que son de uso comercial han mostrado avances significativos en campo o están en proceso de investigación (FAO 2010). La base de datos de la FAO-BioDeC comunicó el estado del arte de productos y de técnicas *in vitro* aplicada en diversas especies de plantas nativas de varios países en desarrollo (FAO 2010). Actualmente existen biotecnologías *in vitro* que ayudan a comercializar soya, algodón, maíz, arroz, caña de azúcar, cítricos, banana, tomate, chile, yuca, ñames, frutos y plantas ornamentales. México no figura entre los países latinoamericanos que aplican estas biotecnologías; no obstante, destaca su participación con iniciativas transgénicas.

Con dicha herramienta y diversas estrategias de apoyo económico nacional y de intercambio internacional científico y tecnológico, las metas para superar a corto y mediano plazo de los indicadores de sustentabilidad económica, ambiental y social de Tabasco serán posibles, siempre considerando el desarrollo y uso apropiado de biotecnologías agrícolas para favorecer a pequeños agricultores, consumidores, productores e iniciativas de las pequeñas empresas.

La micropropagación, el mejoramiento genético y la producción de semillas sintéticas pueden mejorar varios sistemas convencionales de producción de recursos fitogenéticos comerciales de la agricultura tabasqueña. Se debe enfocar el esfuerzo de investigación hacia los cultivos de subsistencia manejados en huertos familiares y parcelas de pequeños agricultores.

Entre las cosechas agronómicamente modificadas *in vitro* que son útiles para la entidad figuran las de plátano, chile, melón, hule, yute, cacao, caña de azúcar, papaya, mango, bambú, arroz, avena, trigo y maíz (FAO 2010). Estas técnicas dan alternativas para obtener nuevos patrones de variabilidad genética o mejorar las variedades que existen, para reducir los ciclos de autopolinización dirigidos a generar líneas puras y para producir variedades tolerantes a estrés biótico y abiótico. Además, no se encuentran restringidas en la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (SS 2005, 2008) por lo que podrían ser de amplio uso comercial y alimenticio. La conjugación de las herramientas biotecnológicas *in vitro* con las transgénicas tendrán alto impacto en la generación de los nuevos cultivares que el estado demanda para asegurar un futuro agrícola sustentable y la producción segura de alimentos agrícolas.

En la industria, el cultivo *in vitro* impacta la producción de fitoquímicos farmacéuticos, aditivos alimenticios y materiales industriales. Mediante los cultivos de raíces y células clásicas o en combinación con modificaciones transgénicas, las vías biosintéticas de las plantas son manipuladas para mejorar la calidad e hiperproducir compuestos medicinales que se encuentran en cantidades relativamente bajas.

Los estudios biotecnológicos se han enfocado, en mayor medida, a favorecer al sector agrícola e industrial, pero también presentan aplicación práctica para resolver problemas ambientales. En el ámbito ambiental el cultivo *in vitro* se usa para investigar los efectos de sustancias contaminantes, suministrar plantas para la fitorremediación y repoblar ecosistemas terrestres y acuáticos. En Tabasco, la reforestación es requerida en las selvas de la región de la Sierra de los municipios Huimanguillo, Teapa, Tacotalpa, Macuspana y Tenosique afectadas por deforestación, sequía, quemas e inundaciones; en las selvas de la llanura baja inundable amenazan las actividades petroleras, la salinización por intrusión de agua de mar y las descargas de materia orgánica que causan eutrofización en los ecosistemas acuáticos.

Es importante conservar el reservorio genético del germoplasma en riesgo, escaso o raro, poco valorado y estudiado, por lo que es necesario crear iniciativas que fomenten la creación de un banco de germoplasma nativo *in vitro* y desarrollar los protocolos de micropropagación para recursos fitogenéticos nativos con diferentes categorías de uso comercial o potencial por su valor biológico, así como de especies ecológicas pivotales en el funcionamiento de ecosistemas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

terrestres-acuáticos y la remediación de suelos y aguas contaminadas (Ruiz-Carrera *et al.* 1998, 2004; Ruiz-Carrera y Sánchez 2008a, b).

Algunos ejemplos de recursos fitogenéticos de vanguardia son alcaparra (*Erithrina americana*), amargoso (*Cestrum nocturnum*), cacaté (*Oecopetalum mexicanum*), cuña (*Witheringia meiantha*), chapaya o chichón (*Astrocaryum mexicanum*), chelelé (*Inga leptoloba*), jagüe (*Genipa americana*), osh (*Brosimun alicastrum*), sagú (*Maranta arundinaceae*), gúa (*Renealmia exalata*), guaya de montaña (*Chamaedorea tepejilote*), suco (*Calathea* sp.), ñame (*Dioscorea alata*) y papa voladora (*Dioscorea bulbifera*), ya que presentan potencial alimenticio, ornamental y medicinal de forma simultánea. La micropropagación de plantas de las familias Dioscoreceae, Zingiberaceae y Heliconeaceae, como grupos taxonómicos valiosos, son tecnologías *in vitro* que se han explorado localmente o están en desarrollo (Ruiz-Carrera y Sánchez 2008a, b).

La conservación debe incluir a la flora acuática y se cita en este caso *Vallisneria americana* y *Cabomba paleiformis* que son angiospermas sumergidas que reportan drástica declinación en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (Ruiz-Carrera y Sánchez 2008b). Esta vegetación acuática cumple funciones ecológicas vitales relacionadas con la diversidad y riqueza de peces y macrocrústaceos de importancia comercial.

Es importante anticipar y estimar cualquier consecuencia socioeconómica derivada del aprovechamiento de la biotecnología moderna. Se debe evitar la apropiación ilegal de los recursos que forman parte del conocimiento tradicional de los grupos humanos más vulnerables, así como mantener el acceso y la distribución justa y equitativa de sus beneficios con relación en los derechos de propiedad intelectual. Cualquier aplicación de biotecnología en la entidad debe ajustarse a las políticas tecnológicas y ambientales recomendadas en los lineamientos de acción dictados por la FAO para América Latina.

Biotecnologías en animales domesticados y silvestres

A partir de la domesticación de animales silvestres, como las vacas, cerdos, gallinas, pavos, peces, ranas, crustáceos y ostras, ha sido posible aumentar la producción de proteína de origen animal, con lo que se han reducido los índices de desnutrición e incrementado las posibilidades de negocios. Las tecnologías que permitieron dicho desarrollo se apoyaron en herramientas como la hibridación, poliploidización, selección de genes especiales, inseminación artificial, trasplante de embriones, empleo de semen sexado, clonación y actualmente la inserción con instrumentos de ingeniería genética de genes especiales asociados a mayor crecimiento, color y tolerancia a condiciones ambientales especiales como la temperatura (Gilbert 2000).

Con el desarrollo de nuevas herramientas basadas en técnicas de biología molecular, ingeniería genética y aislamiento de genes especiales, así como la utilización de mecanismos antiguos, como la selección masal y cruza dirigida aplicadas en animales silvestres, se propiciará el uso sustentable de varias especies animales y la erradicación de especies exóticas introducidas que afectan los ecosistemas nativos (Primrose y Twyman 2006); por ejemplo, el pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis,* Siluriformes: Loricariidae) que se podría eliminar aplicando técnicas tradicionales de hibridación, triploidización o por inactivación de genes asociados a la formación de las gónadas mediante la técnica *knock-out* o golpe de gracia. Como ejemplo de ello, se tiene la hibridación en el locha japonés (*Misgurnus anguillicaudatus*), la cual origina hembras (Arias-Rodriguez *et al.* 2009) y machos (Arias-Rodriguez *et al.* 2010b) con reducida capacidad reproductiva. También se ha comprobado que el desarrollo gonadal de hembras y machos de los ratones se inhibe mediante el bloqueo del gen POD1 por medio de la técnica *knock-out* (Cui *et al.* 2004).

Ecogenómica de microorganismos nativos de alto impacto en biotecnología

Varios métodos "ómicos" han permitido sondear el medio ambiente a nivel molecular, con lo que se crea un nuevo paradigma en el diseño y la gestión de biorremediación. El término *ómica* hace referencia a disciplinas como la genómica, la proteómica, la transcriptómica y la metabolómica. La ecogenómica o la aplicación de la genómica en ecología y las ciencias del medio ambiente define la diversidad biológica filogenética y funcional, en el ADN, el ARN y las proteínas en las especies. Este conocimiento permite identificar las funciones e interacciones de los organismos a nivel de ecosistema en relación con los procesos ecológicos y evolutivos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En la biosfera, los microorganismos constituyen 10% del total de las 1.8 millones de especies que existen en ambientes naturales, los cuales han sido poco estudiados, a pesar de que en ellos se pueden encontrar microorganismos con capacidades metabólicas potencialmente útiles y hasta ahora desconocidas (Olembo 1991, Van Den Burg 2003, SEBIOT 2004); por ejemplo, el interés de la industria por encontrar enzimas que resistan condiciones ambientales extremas (temperatura, acidez o alcalinidad) ha intensificado la búsqueda de organismos extremófilos (Madigan y Marrs 1997), lo que abre la posibilidad de descubrir nuevos procesos, mediante la tecnología enzimática y de ampliar el conocimiento de la diversidad biológica. Con esto se puede estimular el potencial desarrollo de países y zonas geográficas con ambientes especiales.

Los organismos extremófilos se pueden utilizar para producir algunas proteínas con actividad catalítica (p.e. para aditivos de productos comerciales como detergentes, alimentos para animales y humanos), en procesos industriales de bioconversión (generación de alcohol a partir de maíz o de la paja de cereales como el trigo), o en sistemas analíticos (biosensores y técnicas de detección de ADN). En cuanto a la contaminación por extracción, refinación, transporte y uso de petróleo (actividades de alto impacto en el estado), existe una variada y significativa literatura sobre la biodegradación de hidrocarburos por microorganismos marinos (Atlas y Bartha 1972, Colwell y Walker 1977, Harayama *et al*. 1999, 2004, Cabeza y Swannell 1999, Head *et al*. 2006, Le Borgne *et al*. 2008); sin embargo, la diversidad de resultados sobre el potencial de biodegradación de hidrocarburos por microorganismos halófilos, acidófilos, alcalófilos o barófilos en ambientes salinos, muestra la complejidad de las comunidades microbianas y su especificidad en los sitios contaminados (Ward y Brock 1978, Kerr y Capone 1988, Kuznetsov *et al*. 1992, Díaz *et al*. 2000, Yang *et al*. 2000, Margesin y Schinner 2001, Riis *et al*. 2003, Kleinsteuber *et al*. 2006, Le Borgne *et al*. 2008).

Actualmente, los estudios se enfocan a organismos con enzimas que degradan grasas a baja temperatura para su utilización en detergentes de lavado en frío (por ejemplo, en organismos de la Antártida) o que las degradan a alta temperatura para detergentes de lavado en caliente (por ejemplo, en organismos de fuentes termales). También existe el desarrollo del cultivo y la producción de microorganismos extremófilos, su clonación y expresión de sus genes en huéspedes mesófilos, para aumentar las aplicaciones biocatalíticas de las extremozimas (Gomes y Steiner 2004).

Marcadores bioquímicos y moleculares

Los marcadores genéticos o regiones de ADN que pueden o no codificar para una proteína son susceptibles de ser rastreados por medio de la herencia (de un padre y una madre) y han permitido la separación de poblaciones de animales y plantas. Entre los marcadores genéticos de mayor utilidad se encuentran las proteínas o alloenzimas, la región control del ADN mitocondrial, los microsatélites y los nucleótidos simples (Avise 2004). Los marcadores son útiles cuando estos muestran variación o polimorfismo, las cuales, en algunos casos, son específicas y únicas para poblaciones geográficas, especies o grupos taxonómicos filogenéticamente relacionados (Avise 2004, Arias-Rodriguez 2007).

Los resultados de estudios basados en marcadores genéticos son de gran utilidad para establecer criterios con fines de conservación y uso de especies prioritarias, de importancia económica y biológica (Beaumont y Bruford 2003, Avise 2004, Arias-Rodriguez 2007); por ejemplo, el estudio hecho en el pez nativo *Poecilia mexicana* con marcadores genéticos de tipo molecular, en el cual se identificó variación genética que fue señalada por los autores como específicas para cada localidad (Tobler *et al*. 2011; véase Especiación ecológica y origen de nuevas especies en el complejo *Poecilia mexicana* basado en estudios de genética, en esta obra). El desarrollo de marcadores genéticos en especies nativas de Tabasco permitirá contar con bases suficientes para su conservación basada en la especificidad de cada marcador para cada especie o población genética, lo que daría cabida a fijar criterios que eviten el flujo genético por introducciones artificiales, además de que son útiles como criterio para reconocer y etiquetar la soberanía de los recursos naturales nativos.

Sistemática molecular y filogenias

La sistemática o la ciencia de la biodiversidad tiene como misión documentar la biodiversidad del mundo, asignar un nombre a cada especie e identificar y precisar las relaciones entre las especies. Durante las décadas de 1990 y 2000 se lograron avances notables con esta última actividad debido al desarrollo y uso de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

métodos robustos para la reconstrucción de hipótesis de la historia evolutiva entre especies (reconstrucción de la filogenia).

En un principio, las reconstrucciones se basaban en evidencias morfológicas pero, con los avances moleculares –como secuenciar el ADN y los logros de las tecnologías de la información– se ha creado la bioinformática. Este fenómeno ha impulsado la creación de poderosas bases de datos, como la del banco de genes (Benson *et al*. 2006, NBCI 2013); asimismo, se han desarrollado programas con capacidad para procesar grandes cantidades de datos sobre la información morfológica y molecular de las especies para establecer relaciones filogenéticas de amplios grupos de organismos, realidad que hace algunas décadas sonaba a ficción. Las filogenias han demostrado un sinnúmero de usos en biología comparada, biogeografía, evolución, conservación e incluso para manejo y utilización de recursos.

Varios centros de educación superior de Tabasco tienen profesionistas con conocimientos en biología molecular, y en sus laboratorios llevan a cabo los protocolos de extracción, purificación y amplificación del ADN. El paso siguiente para utilizarlo como una herramienta más de la sistemática es generar amplificaciones de genes o incluso genomas completos útiles para empresas e institutos que prestan este servicio dentro y fuera del país, a un costo accesible. Así, al contar con las secuencias de genes, es posible realizar las inferencias filogenéticas de los grupos de interés. La generación de investigaciones que aprovechen las herramientas de la biología molecular y de la sistemática filogenética para generar filogenias, ubicaría a los investigadores y estudiantes locales en altos estándares de investigación.

Consideraciones finales

Tabasco requiere que se impulse el desarrollo de estudios de genética básica-molecular y el empleo de herramientas de biotecnología moderna en sus especies nativas, con el fin de establecer bases sólidas para conservar y usar la biodiversidad de forma racional, así como disponer de información para salvaguardar la soberanía de los recursos nativos del estado y del país. Para ese propósito se requiere la sensibilización de las instancias estatales y federales responsables, para que demanden convocatorias públicas estatales la autorización de recursos financieros que respalden la elaboración de estudios de biología básica que involucren herramientas clásicas y modernas que den pauta al conocimiento detallado (a nivel celular y molecular) para conservar la biodiversidad nativa. Los llamados a atender la pérdida de la biodiversidad tienen un carácter urgente debido a las crecientes actividades de generación de energía eléctrica, industriales extractivas y de producción agropecuaria que están mermando dicha diversidad. A esto se suman problemas derivados del cambio del clima y la expansión de la mancha urbana sobre zonas consideradas de reserva o amortiguamiento. Los estudios llevados a cabo son incipientes pero representativos, y se requiere de mayores esfuerzos compartidos entre gobierno, iniciativa privada y centros de educación superior e investigación para prevenir, atenuar y, en algunos casos, revertir los impactos negativos sobre la amplia biodiversidad de Tabasco.

Referencias

Arias-Rodriguez, L. 2007. *Genetic differentiation of Japanese Misgurnus loach inferred from microsatellite variation, marker-centromere map and reproduction of hybrids between two populations*. Tesis de doctorado. Hokkaido University.

Arias-Rodriguez, L., G.S. Yasui y K. Arai. 2009. Disruption of normal meiosis in artificial inter-populational hybrid females of Misgurnus loach. *Genetica* 136:49-56.

Arias-Rodriguez, L., J. Rimber Indy, S. Páramo-Delgadillo *et al*. 2010a. Empleo del análisis para el monitoreo y conservación de poblaciones: peces de Tabasco, México. *Mesoamericana* 14:57-58.

Arias-Rodriguez, L., G.S. Yasui, S. Kusuda y K. Arai. 2010b. Reproductive and genetic capacity of spermatozoa of inter-populational hybrid males in the loach, *Misgurnus anguillicaudatus*. *Journal of Applied Ichthyology* 26:653-658.

Atlas, R.M. y R. Bartha. 1972. Degradation and mineralization of petroleum by two bacteria isolated from coastal waters. *Biotechnology and Bioengineering* 14:297-308.

Avise, J.C. 2004. *Molecular markers, natural history and evolution*. Springer Science/Business Media, Estados Unidos.

Beaumont, M.A. y M.W. Bruford. 2003. Microsatellites in conservation genetics. En: *Microsatellites evolution and applications*. D.B. Goldstein y C. Schlötterer (eds.). Oxford University Press, Oxford, pp. 165-182.

Benson, D.A., I. Karsch-Mizrachi, D.J. Lipman *et al*. 2006. GenBank: Update. *Nucleic Acids Research* 34:D16-D20.

Cabeza, I.M. y R.P.J. Swannell. 1999. Bioremediation of petroleum hydrocarbon contaminants in marine habitats. *Current Opinion in Biotechnology* 10:234-239.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Colwell, R.R. y J.D. Walker. 1977. Ecological aspects of microbial degradation of petroleum in the marine environment. *Critical Reviews in Microbiology* 5:423-445.

Cui, S., A. Ross, N. Stallings *et al.* 2004. Disrupted gonadogenesis and male-to-female sex reversal in Pod1 knockout mice. *Development* 131:4095-4105.

D'Artola-Barceló, A.L., L. Arias-Rodriguez, J.R. Indy *et al.* 2010. Análisis citogenético para monitoreo y conservación poblacional: cromosomas de poecilidos de ambientes extremos de Tabasco. *Mesoamericana* 14:58.

Díaz, M.P., S.J. Grigson, C. Peppiatt y J.G. Burgess. 2000. Isolation and characterization of novel hydrocarbon degrading euryhaline consortia from crude oil and mangrove sediments. *Marine Biotechnology* 2:522-532.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2010. FAO-BioDeC. Plant Secondary Metabolism Engineering: admin.

Gilbert, S.F. 2000. *Developmental biology*. 6ª edición. Sinauer Associates, Sunderland.

Gomes, J. y W. Steiner. 2004. The biocatalytic potential of extremophiles and extremozymes. *Food Technology and Biotechnology* 2:223-235.

Harayama, S., H. Kishira, Y. Kasai y K. Shutsubo. 1999. Petroleum biodegradation in marine environments. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology* 1:63-70.

Harayama, S., Y. Kasai y A. Hara. 2004. Microbial communities in oil-contaminated seawater. *Current Opinion in Biotechnology* 15:205-214.

Head, I.M., D.M. Jones y W.F. Röling. 2006. Marine microorganisms make a meal of oil. *Nature Reviews Microbiology* 4:173-182.

Hernández-Franyutti, A. y M.C. Uribe-Aranzábal. 2012. Seasonal spermatogenic cycle and morphology of the germ cells in the viviparous lizard *Mabuya brachypoda* (Squamata: Scincidae). *Journal of Morphology* 273:1199-1213.

Hernández-Franyutti, A., M.C. Uribe-Aranzábal y L.J. Guillette Jr. 2005. Oogenesis in the viviparous matrotrophic lizard *Mabuya brachypoda*. *Journal of Morphology* 265:152-164.

Hernández-Guzmán, J., L. Arias-Rodriguez, J.R. Indy *et al.* 2010. Empleo del análisis para el monitoreo y conservación de poblaciones: herpetofauna nativa del sureste de México. *Mesoamericana* 14:56.

Indy, J.R., L. Arias-Rodriguez., C.P. De la Cruz-Alejandro *et al.* 2010. Empleo del análisis para el monitoreo y conservación de poblaciones: invertebrados acuáticos de México. *Mesoamericana* 14:56-57.

Kerr, R.P. y D.G. Capone. 1988. The effect of salinity on the microbial mineralization of two polycyclic aromatic hydrocarbons in estuarine sediments. *Marine Environmental Research* 26:181-198.

Kleinsteuber, S., V. Riis, I. Fetzer *et al.* 2006. Population dynamics within a microbial consortium during growth on diesel fuel in saline environments. *Applied and Environmental Microbiology* 72:3531-3542.

Kuznetsov, V.D., T.A. Zaitseva, L.V. Vakulenko y S.N. Filippova. 1992. *Streptomyces albiaxialis* sp. nov.: a new petroleum hydrocarbon–degrading species of thermo– and halotolerant Streptomyces. *Microbiology* 61:62-67.

Le Borgne, S., D. Paniagua y R. Vázquez-Duhalt. 2008. Biodegradation of organic pollutants by halophilic bacteria and archaea. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology* 15:74-92.

Madigan, M.T. y B.L. Marrs. 1997. Extremophiles. *Scientific American* 276:66-71.

Margesin, R. y F. Schinner. 2001. Biodegradation and bioremediation of hydrocarbons in extreme environments. *Applied Microbiology and Biotechnology* 56:650-663.

Méndez-Marín, O., A. Hernández-Franyutti, M.C. Uribe-Aranzábal y W.M. Contreras-Sánchez. 2009. Estudio del ciclo reproductivo de hembras del pejelagarto *Atractosteus tropicus*. *Kuxulkab'* 16:77-82.

Nagata, K. 2007. Perspective-toward understanding the *in situ* genome function. En: *Nuclear dynamics, molecular biology and visualization of the nucleus*. K. Nagata y K. Takeyasu (eds.). Springer, Tokyo, pp. 271-276.

NCBI. National Center for Biotechnology Information. 2013. En: ‹*http://www.ncbi.nlm.nih.gov/*›, última consulta: 4 de noviembre de 2013.

Olembo, R. 1991. Importance of microorganisms and invertebrates as components of biodiversity. En: *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture*. D.L. Hawksworth (ed.). CAB International, Reino Unido, pp. 7-16.

Pokorná, M., M. Rábová, P. Ráb *et al.* 2010. Differentiation of sex chromosomes and karyotypic evolution in the eye-lid geckos (Squamata: Gekkota: Eublepharidae), a group with different modes of sex determination. *Chromosome Research* 18:809-820.

Primrose, S.B. y R.M. Twyman. 2006. *Principles of gene manipulation and genomics*. Blackwell Publishing, Reino Unido.

Riis, V., S. Kleinsteuber y W. Babel. 2003. Influence of high salinities on the degradation of diesel fuel by bacterial consortia. *Canadian Journal of Microbiology* 49:713-721.

Ruiz-Carrera, V. y A.J. Sánchez. 2008a. Development of a model for *in vitro* culture of *Vallisneria americana* Michx. *Universidad y Ciencia* 24:205-218.

——. 2008b. *Factores nutricionales y físicos para el crecimiento in vitro de Vallisneria americana*. CD-Book Biotechnology and Bioengineering. The first International Congress on Biotechnology and Bioengineering.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Ruiz-Carrera, V., E. Falconi-De la Fuente y R. Gómez-Cruz. 1998. Unidad de cultivo vegetal in vitro: Propuesta de una infraestructura para investigación. *Kuxulkab'* 7:19-24.

Ruiz-Carrera, V., E.G. Peña-López, S.C. Lau-Vázquez *et al.* 2004. Macronutrimentos de fitorrecursos alimenticios de especies aprovechadas por grupos étnicos en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 1: 27-31.

Sánchez, A.J. y E. Barba. 2005. Biodiversidad de Tabasco. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 1-16.

ss. Secretaría de Salud. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Publicada el 18 de marzo de 2005 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

——. 2008. Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Publicado el 19 de marzo de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 6 de marzo de 2009.

SEBIOT. Sociedad Española de Biotecnología. 2004. *Biotecnología y medio ambiente*. SEBIOT, España.

Tobler, M., M. Palacios, L.J. Chapman *et al.* 2011. Evolution in extreme environments: replicated phenotypic differentiation in livebearing fish inhabiting sulphidic Springs. *Evolution* 65(8):2213-2228.

Van den Burg, B. 2003. Extremophiles as a source for novel enzymes. *Current Opinion in Microbiology* 6:213-218.

Vidal-Barahona, A. 2005. *Caracterización morfológica y molecular de cultivares criollos y mejorados de frijol negro en Tabasco*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Cárdenas.

Vidal-Barahona, A., L.C. Lagunes-Espinoza, E. Valadez-Moctezuma y C.F. Ortiz-García. 2006. Variabilidad morfológica y molecular de cultivares criollos y mejorados de frijol común en Tabasco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29:273-281.

Ward, D.M. y T.D. Brock. 1978. Hydrocarbon biodegradation in hypersaline environments. *Applied and Environmental Microbiology* 35:353-359.

Yang, L., C.T. Lai y W.K. Shieh. 2000. Biodegradation of dispersed diesel fuel under high salinity conditions. *Water Research* 34:3303-3314.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Avances en el conocimiento genético de la biodiversidad

Lenin Arias Rodriguez, Jeane Rimber Indy, Salomón Páramo Delgadillo y Carlos Alfonso Álvarez González

Introducción

La biodiversidad de especies de animales y plantas de Tabasco ha sido ampliamente documentada en varios libros y artículos desde el siglo XVIII hasta la época actual. La mayoría de los estudios sólo se han basado en descripciones de tipo taxonómico, distribución geográfica, alimentación, hábitats y abundancia. Curiosamente, muchos de éstos han sido elaborados por extranjeros y muy pocos por mexicanos que han mostrado interés por la biodiversidad del estado (Günther 1862, 1869).

El concepto *biodiversidad* incluye la variabilidad de genes, de especies y de ecosistemas o hábitats. La diversidad genética integra la variabilidad fenotípica y ésta comprende todos los caracteres que se observan en un individuo; por ejemplo, el color del cabello, la forma del cuerpo, etc.; también involucra la variabilidad genotípica observada en la secuencia y orden de las bases químicas del ácido desoxirribonucleico (ADN). El ADN es la estructura bioquímica que establece y regula la forma, estructura, función, orden, comportamiento, capacidades y otros aspectos de un organismo vivo (Lewin 2004, Karp 2007).

La genética estudia la variación de diferentes tipos de genotipos y fenotipos (capacidad de concebir diversas proteínas, estructuras, formas y funciones a nivel fisiológico) y la herencia de los genes (transmisión de caracteres de generación en generación). Mediante la investigación y experimentación, la genética ha logrado obtener líneas de mayor rendimiento en muchas variedades de plantas, como el cacao, y de animales como el ganado vacuno. También se han descubierto varias enfermedades y tratamientos, así como proteínas que tienen su origen en diferentes especies, pero son de utilidad para el ser humano (Lewin 2004, Karp 2007).

Como una de las disciplinas de las ciencias de la vida, la genética se ha desarrollado de manera extraordinaria gracias a los avances en la biología molecular y la biotecnología. Así se ha logrado identificar con más facilidad la variación entre individuos de distintas especies y entre poblaciones de la misma, lo que genera hallazgos importantes de interés biológico, evolutivo y económico (Avise 2004).

Avise (2004) también señala que la identificación de caracteres fenotípicos, como color, tamaño, proporción de sexos, productividad, resistencia a enfermedades o condiciones ambientales especiales, es resultado del trabajo de la genética molecular. Las relaciones biológicas, ecológicas y evolutivas que pueden existir entre individuos de diferentes especies y grupos taxonómicos se pueden determinar con herramientas estadísticas que emplean datos genéticos del fenotipo y genotipo; además, dicha vinculación ha permitido separar, corroborar y establecer nuevas entidades biológicas a las que se les denomina *especie* (individuos con caracteres genotípicos y fenotípicos compartidos que les permiten reproducirse y generar progenie) desde la perspectiva taxonómica.

En este trabajo se compilan los escasos estudios acerca de la diversidad genética de las especies nativas y endémicas de Tabasco que comprenden sólo las de importancia científica y económica, así como especies cultivadas, nativas y endémicas de diferentes grupos taxonómicos, como mamíferos, peces, anfibios, reptiles, crustáceos, gasterópodos y plantas.

Conocimiento genético de los mamíferos

Es limitada la cantidad de especies de mamíferos silvestres nativos de Tabasco; entre los más caris-

Arias-Rodriguez, L., J.R. Indy, S. Páramo Delgadillo y C.A. Alvarez-González. 2019. Avances en el conocimiento genético de la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 399-404.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

máticos están los tlacuaches (*Didelphis marsupialis*), jaguares (*Panthera onca*), venados (*Odocoileus virginianus*) y los monos (*Alouatta palliata, A. pigra*). Sólo dos especies nativas de la entidad han sido analizadas genéticamente, conforme a estudios publicados en los últimos años (cuadro 1).

Conocimiento genético de los peces

El grupo de los peces está integrado por diversas especies de agua dulce y marinas que reflejan los abundantes recursos hidrológicos de la entidad, cuyos principales ríos son el Grijalva y el Usumacinta; también se presenta un reducido número en hábitats extremos, como cavernas, que llegan a presentar aguas sulfurosas. En comparación con el número de especies de peces reportadas, pocos son los estudios orientados al conocimiento de la diversidad genética básica de las especies nativas (cuadro 2). Para este grupo predominan los análisis de citogenética (estudio de los cromosomas a nivel estructural y funcional) y de variación genética a nivel poblacional.

Cuadro 1. Estudios de genética en los mamíferos del estado.

Autor	Estudio	Resultados
Hoffmann y Baker 2003	Relaciones filogeográficas del murciélago frugívoro de cola corta *Carollia sowelli* con especies neotropicales de murciélagos frugívoros, distribuidos en Jonuta, basado en la comparación del gen del citocromo b de la mitocondria	El estudio resalta que el nivel de variación genética intraespecífica es bajo, pero con un alto porcentaje de haplotipos únicos. Los autores señalan que la presencia de este murciélago frugívoro en el noroeste de Centroamérica ha sido relativamente reciente y ha ocurrido aproximadamente en los últimos 1-4.5 millones de años
Cortés-Ortiz *et al.* 2003	Evidencias de hibridación natural entre los monos aulladores *Alouatta paliata* y *A. pigra* en una zona simpátrica deforestada no especificada de Tabasco. Basados en caracteres genotípicos marcadores microsatelitales, mitocondrial y del gen *Y-Sry*	Destaca la hibridación natural que pudo haberse originado por la reducción del hábitat o la deforestación ocasionada por la actividad antropogénica. El estudio sugiere las probables vías que originaron la hibridación y las posibilidades de cruza y sobrevivencia de los híbridos con las especies de origen

Cuadro 2. Estudios de genética en peces.

Autor	Estudio	Resultados
Arias-Rodriguez *et al.* 2006	Cariotipo típico del cíclido mojarra pinta *Parachromis managuensis* recolectados en los alrededores de la DACBiol-UJAT, municipio Centro, cuenca del río Grijalva	Describe un cariotipo con 2n = 48 cromosomas, 10 birrámeos de tipo MSM y 38 monorrámeos STT, sin presencia de cromosomas sexuales
Plath *et al.* 2007	Empleo de la genética molecular con marcadores microsatélites para establecer la variación de *Poecilia mexicana* que habita en las cuevas de Villa Luz, Tacotalpa	Identifica el flujo genético restringido entre las topotas de la superficie y las que habitan en la cueva, y muestra una pronunciada diferenciación genética de menor a mayor escala en las subpoblaciones de la topota que habitan cada cámara de la cueva
Arias-Rodriguez *et al.* 2008a	Estudio citogenético de la mojarra tenguayaca *Petenia splendida* de la Laguna de las Ilusiones de la ciudad Villahermosa	Cariotipo típico de 2n = 48 cromosomas sin presencia de cromosomas sexuales, caracterizados por seis cromosomas birrámeos de tipo MSM y 42 cromosomas monorrámeos de tipo STA. Se observó presencia de poliploidia y microcromosomas B por efecto probable de la contaminación del agua
Arias-Rodriguez *et al.* 2008b	Descripción de los cromosomas en mitosis y meiosis de la anguila de agua dulce madre fil *Ophisternon aenigmaticum* de especímenes de las márgenes del río Carrizal, Villahermosa	Identificación de 2n = 48 cromosomas, cariotipo integrado por 46 cromosomas SMT y dos cromosomas T
Barrientos-Villalobos y Espinosa de los Monteros 2008	Variación genética del pejelagarto *Atractosteus tropicus* basado en la variación genética de los genes mitocondriales citocromo b y en la subunidad II del citocromo oxidasa de especímenes recolectados en varias regiones de Centroamérica y en México, incluyendo Tabasco	Los análisis filogenéticos mostraron monofila recíproca entre los especímenes estudiados, lo que sugiere bajos niveles de diferenciación genética debido a que, en la actualidad, la mayoría de las poblaciones están en un periodo de estasis genético originado principalmente por la reducción de los hábitats y el flujo genético naturales, así como la mezcla que ocasiona la translocación antropogénica del pejelagarto. Por ello es importante regular y vigilar la transferencia de especímenes de un sitio geográfico a otro, y así evitar la modificación del flujo genético natural y conservar los atributos genéticos de las poblaciones naturales
Márquez-Couturier *et al.* 2008	Descripción de la variación del color en especímenes en cautiverio de pejelagarto *A. tropicus* mantenidos en la DACBiol-UJAT	Identifica especímenes con fenotipo de color negro y blanco a partir de progenies obtenidas en cautiverio

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Autor	Estudio	Resultados
Arias-Rodriguez *et al.* 2009	Descripción del cariotipo típico en mitosis, la variación cromosómica en adultos y larvas en especímenes del pejelagarto *A. tropicus* mantenidos en cautiverio en la DACBiol-UJAT	Identificación de un cariotipo con 2n = 56 cromosomas inte-grados por 16 cromosomas M, ocho cromosomas SM, 16 T y 16 microcromosomas telocéntricos. Sin presencia de cromosomas sexuales
Herrera-Navarrete 2009	Caracterización de la estructura del cariotipo en mitosis y meiosis de la mojarra castarrica *Cichlasoma urophthalmus* a partir de especímenes recolectados en las cuencas del Grijalva y Usumacinta	Establece el cariotipo con 2n = 48 (1n = 24) cromosomas, siendo seis cromosomas MSM y 42 TA. Sin presencia de cromosomas sexuales. Se observaron microcromosomas B en los especímenes del río Grijalva por probable contaminación antropogénica
Álvarez-Morales 2009	Caracterización del cariotipo en mitosis y meiosis de la mojarra paleta *Vieja synspila* (*Cichlasoma synspilum*) de especímenes del río Grijalva y Usumacinta	Descripción del cariotipo con 2n = 48 (1n = 24) cromosomas, cuatro cromosomas son SMST y 44 TA. Sin presencia de cromosomas sexuales. Se observó presencia de microcromosomas B en los especímenes del río Grijalva por probable contaminación antropogénica
D´Artola-Barceló 2009	Caracterización citogenética de la sardina *Astyanax aeneus* en especímenes de la ranchería Ignacio Allende y de la Villa Luis Gil Pérez de los municipios Teapa y Centro, respectivamente	El cariotipo típico de la especies se caracterizó por 2n = 50 cromosomas con variaciones en su morfología que atienden al origen de los especímenes y con presencia variable de microcromosomas B
Arias-Rodriguez *et al.* 2010	Caracterización de los cromosomas de la mojarra *Thorichthys pasionis* en la Laguna de las Ilusiones, Villahermosa	Se observaron 2n = 48 cromosomas y variación de diversos niveles de poliploidia en metafases de origen meiótico, por probable contaminación antropogénica
Arias-Rodriguez *et al.* 2010	Caracterización de los cromosomas de la mojarra azuleja *Amphilophus robersoni*	Se identificó de 2n = 48 cromosomas y un probable mecanismo de determinación sexual en el que la hembra es la portadora de los cromosomas que determinan el sexo
D´Artola-Barceló *et al.* 2010	Empleo de la citogenética para el monitoreo y conservación de los poecilidos o topotes de ecosistemas sulfurosos superficiales (*Poecilia sulphuraria* y *Gambusia eurystoma*) y cavernícolas (*P. mexicana*) de la región serrana de Tabasco	Se concluyó que estas especies presentan ligeras diferencias en su tamaño corporal, por lo que deben emprenderse programas de conservación para evitar su hibridación, al no existir barreras de tipo citogenético y de comportamiento reproductivo
Plath *et al.* 2010	Evaluación si el pez nativo *P. mexicana* que está adaptado a ciertas cuencas hidrológicas de la región serrana del estado, mantiene su identidad genética a pesar de las perturbaciones generadas por las inundaciones catastróficas	Se encontró que, a pesar de perturbaciones catastróficas como las inundaciones repentinas, las poblaciones adaptadas a hábitats especiales, como las condiciones cavernícolas o con presencia de sulfuro de hidrógeno, mantienen un reducido flujo genético debido a una rigurosa selección natural contra los migrantes potenciales de un hábitat a otro
Tobler *et al.* 2008	Evaluación de la divergencia genética y fenotípica de *P. mexicana* mediante el gradiente tóxico con sulfuro y cuevas en penumbras de Villa Luz, Tacotalpa	Se destaca la diferenciación genética provocada por migraciones recientes y la probable existencia de divergencia parapátrica o por barreras biológicas a nivel reproductivo
Arias-Rodriguez *et al.* 2010	Descripción de los cromosomas de los robalos *Centropomus parallelus, C. poeyi* y *C. ensiferus* de las costas del municipio Paraíso	Se identificaron 2n = 48 cromosomas monorrámeos T sin presencia de cromosomas sexuales y de estructuras cromosómicas secundarias en todas las especies
Arias-Rodriguez *et al.* 2011	Descripción de los cromosomas de *Centropomus undecimalis* de las costas municipio Paraíso	Se identificaron 2n = 48 cromosomas monorrámeos T sin presencia de cromosomas sexuales y de estructuras cromosómicas secundarias en todas las especies
Ramírez-Hernández 2011	Caracterización del cariotipo típico de las mojarras marinas *Eugerres plumieri* y *Diapterus auratus* de las costas del municipio Paraíso	Se describieron cariotipos para ambas especies con 2n = 48 cromosomas T, sin cromosomas sexuales
España-García 2012	Descripción de los cromosomas mitóticos y meióticos del juil *Rhamdia laticauda*	Se identificaron 2n = 56 (1n = 28) cromosomas todos de tipo A. La estructura cariotípica reportada es la más primitiva entre las especies de juiles del continente americano
Morales-García 2011	Análisis genético del charal tropical *Atherinella alvarezi*, recolectados en la Laguna de las Ilusiones	Se revelaron evidencias citogenéticas de que la calidad del cuerpo de agua probablemente está afectando el genoma de los especímenes, debido a la alta incidencia de poliploidia en meiosis y microcromosomas B
Slattery *et al.* 2012	Desarrollo de marcadores genético moleculares de tipo microsatelital para la topota del azufre *P. sulphuraria* del municipio Teapa	Se describieron 12 marcadores polimórficos que permitieron identificar la variabilidad genética de la especie en un hábitat muy reducido

MSM = metacéntrico-submetacéntrico, STT = subtelocéntrico-telocéntrico, STA = subtelocéntrico-acrocéntrico, SMT = submetacéntricos-telocéntricos, T = telocéntrico, M = metacéntricos, SM = submetacéntrico, TA = telocéntrico-acrocéntrico, SMST = submetacéntricos-subtelocéntricos, A = acrocéntricos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conocimiento genético de los anfibios y reptiles

La diversidad de especies de anfibios y reptiles registradas para el estado es reducida en comparación con otras regiones geográficas de México, y el interés por estudiar la biología y genética es mínimo (Hernández-Guzmán 2009, Hernández-Guzmán *et al*. 2010a, b).

Uno de los primeros estudios de genética corresponde al lagarto o cocodrilo amarillo (*Crocodylus moreletii*). Los especímenes fueron recolectados en una región no especificada del estado con el fin de identificar evidencias de hibridación de *C. moreletti* con *C. acutus,* ya que las muestras recolectadas en varias localidades de Belice evidenciaron hibridación entre las dos especies (Ray *et al*. 2004); sin embargo, los individuos analizados de Guatemala y Tabasco fueron considerados puros, es decir, sin hibridación (Ray *et al*. 2004). Por ello, es importante establecer medidas para evitar la translocación de especímenes de otras regiones y así salvaguardar la estructura genética de la especie.

Por otro lado, se han caracterizado los cromosomas de diversas especies de anfibios y reptiles nativos del estado con variaciones en número y morfología cromosómica, por tratarse de diferentes especies y grupos taxonómicos (Hernández-Guzmán 2009, Hernández-Guzmán *et al*. 2010b).

Conocimiento genético de los crustáceos y gasterópodos

En la entidad, son amplias las especies nativas de crustáceos (como las piguas y camarones) y gasterópodos (caracoles) marinos y de agua dulce, debido a la gran cantidad de recursos acuáticos presentes, que se originan en los escurrimientos que provienen de Chiapas y Guatemala. Las investigaciones de genética básica en las especies nativas son prácticamente imperceptibles, y se asume que existe gran cantidad de especies interesantes, debido a sus atributos biológicos para hacer estudios.

Los invertebrados en Tabasco sólo han sido estudiados desde el aspecto económico y no en los atributos básicos de su biología y genética, que son elementos importantes para su conservación y producción. El camarón de tierra (*Procambarus llamasi*) fue una de las primeras especies de crustáceos nativos en las que se describen varios parámetros citogenéticos, como el número de cromosomas en condición diploide de 2n = 120 cromosomas y su estructura como cromosomas telocéntricos monorrámeos (Indy *et al*. 2010a). De acuerdo con Indy *et al*. (2010b), otras especies a las que se ha puesto interés por el conocimiento de la estructura de sus cromosomas son la pigua (*Machrobrachium carcinus*), el caracol de río (*Pachychilus chrysalis*) y la liebre marina (*Bursatella leachii*). Los resultados en la pigua mostraron a 2n = 94 (1n = 47) cromosomas monorrámeos de tipo telocéntrico, mientras que en el caracol de río se observó 2n = 102 (1n = 51) cromosomas, y en la liebre marina a 2n = 34 (1n = 17) elementos cromosómicos (Indy *et al*. 2010b). Las dos últimas especies mostraron cromosomas interesantes en forma de anillo con tamaños variables y no fue posible adoptar la nomenclatura tradicional de clasificación cromosómica (Indy *et al*. 2010b). El cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) es una especie marina de mucho interés como recurso económico y, en el contexto genético en el estado, se ha estudiado la descripción de la estructura de su cariotipo, mismo que se integra por 2n = 116 cromosomas monorrámeos de tipo telocéntrico (De la Cruz-Alejandro 2011).

Conocimiento genético de las plantas

Un primer esfuerzo para contribuir al conocimiento de la citogenética básica son los estudios de tres especies de plantas: el árbol *Godmania aesculifolia* (2n = 40; De la Cruz-Hernández *et al*. 2011, Osorio-Pérez *et al*. 2011), la liana *Clytostoma binatum* (2n = 40) y el maguey *Tradescantia spathacea* (2n = 12; Osorio-Pérez *et al*. 2011).

Los resultados de dichos estudios sugieren aplicar metodologías similares a especies de plantas taxonómicamente relacionadas con el propósito de hacer correlaciones de tipo filogenético y poner en marcha prácticas de conservación (De la Cruz-Hernández *et al*. 2011, Osorio-Pérez *et al*. 2011).

Conclusión y consideraciones finales

Los estudios de genética en las especies nativas de Tabasco han sido de carácter básico. En especial, las investigaciones de citogenética permitirán, en el corto plazo, correlacionar las fórmulas cromosómicas entre grupos taxonómicos comunes para avanzar en el conocimiento del paisaje genético de la vasta biodiversidad del estado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Por otro lado, las variaciones cariotípicas observadas dejan entrever la diversificación por hibridación natural y probables efectos derivados de la contaminación de origen antropogénico. Es interesante subrayar que, en muchas especies, la ausencia de cromosomas sexuales hace suponer que el mecanismo de determinación del sexo está regulado por genes alojados en cromosomas somáticos, a excepción de la anguila tropical, la mojarra azulosa y el sapo espinoso tropical, en los que se observó heteromorfismo. Las poblaciones con citotipos especiales requieren de protección continua y, en algunas de ellas, se sugiere su empleo como organismos modelo para evaluar la salud de los ecosistemas acuáticos, de ahí la importancia de realizar estudios multidisciplinarios que identifiquen áreas naturales poco perturbadas que sirvan de base para hacer análisis comparativos y de conservación *in situ*.

Los estudios tradicionales de selección genética de caracteres especiales que impliquen más rendimiento y calidad de los productos asociados a especies nativas de animales y plantas, son importantes para estimular el consumo de alimentos de origen natural que reduzcan problemas de salud en la región. Es necesario que, de manera coordinada, las instituciones gubernamentales y de educación superior orienten iniciativas y recursos para el desarrollo de investigaciones y prácticas sobre la genética de las especies nativas, con potencial de uso alimenticio, terapéutico y de entretenimiento, a partir de su conservación y cuidado permanente.

Finalmente, los estudios de genética apoyados en las herramientas de biología molecular e ingeniería genética tendrán una función clave en el futuro inmediato para el discernimiento y uso del genoma de las especies nativas.

Referencias

Álvarez-Morales, M. 2009. *Caracterización citogenética de los cromosomas de la mojarra paleta Cichlasoma synspilum (Hubbs, 1935)*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Arias-Rodriguez, L., S. Páramo-Delgadillo y A.L. Durán-González. 2006. Caracterización citogenética del pez tropical de agua dulce *Parachromis managuensis* (Pisces: Cichlidae). *Revista de Biología Tropical* 54:35-42.

Arias-Rodriguez, L., L. Ibarra-Castro y S. Páramo-Delgadillo. 2008a. Los cromosomas mitóticos y meióticos del pez tropical *Petenia splendida* (Cichlidae). *Revista de Biología Tropical* 56:895-907.

Arias-Rodriguez, L., S. Páramo-Delgadillo, J. Yzquierdo-González *et al*. 2008b. El cariotipo de la madre fil anguila de pantano *Ophisternon aenigmaticum* (Pisces: Synbranchidae). En: *Memoria del XIX Congreso Nacional de Zoología*. Villahermosa.

Arias-Rodriguez, L., S. Páramo-Delgadillo, W.M. Contreras-Sánchez y C.A. Álvarez-González. 2009. Cariotipo del pejelagarto tropical *Atractosteus tropicus* (Lepisosteidae) y variación cromosómica en larvas y adultos. *Revista de Biología Tropical* 57:529-539.

Arias-Rodriguez, L., J.R. Indy, S. Páramo-Delgadillo *et al*. 2010. Empleo del análisis para el monitoreo y conservación de poblaciones: peces de Tabasco, México. *Mesoamericana* 14:57-58.

Arias-Rodriguez, L., J.R. Indy, R.I. Ahumada-Hernández *et al*. 2011. Caracterización cariotípica en meiosis y mitosis del robalo blanco *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae). *Revista de Biología Tropical* 59:1-10.

Avise, J.C. 2004. *Molecular markers, natural history and evolution*. Sinauer, Massachusetts.

Barrientos-Villalobos, J. y A. Espinosa de los Monteros. 2008. Genetic variation and recent population history of the tropical gar *Atractosteus tropicus* Gill (Pisces: Lepisosteidae). *Journal of Fish Biology* 73:1919-1936.

Cortés-Ortiz, L., E. Bermingham, C. Rico *et al*. 2003. Molecular systematics and biogeography of the Neotropical monkey genus, *Alouatta*. *Molecular Phylogenetic and Evolution* 26:64-81.

D´Artola-Barceló, A.L. 2009. *Aspectos citogenéticos de dos poblaciones de la sardina de agua dulce Astyanax aeneus (Pisces: Characidae)*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Tabasco.

D´Artola-Barceló, A.L., L. Arias Rodriguez, J.R. Indy *et al*. 2010. Análisis citogenético para monitoreo y conservación poblacional: cromosomas de poecilidos de ambientes extremos de Tabasco. *Mesoamericana* 14:58.

De la Cruz-Alejandro, C.P. 2011. *Caracterización citogenética del cangrejo azul Cardisoma guanhumi*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

De la Cruz-Hernández, I., L. Arias-Rodriguez y C.M. Burelo-Ramos. 2011. Los cromosomas mitóticos del cuerno de chivo *Godmania aesculifolia* (Lamiales: Bignoniaceae) de Tabasco, México. *Mesoamericana* 14:56.

España-García, Á. 2012. *Cromosomas mitóticos y meióticos del juil Rhamdia laticauda (Pisces: Pimelodidae)*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Günther, A. 1862. *Catalogue of the fishes in the British Museum*. British Museum of Natural History, Londres.

——. 1869. An account of the fishes of the states of Central America, based on collections made by Capt. J.M. Dow, F.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Godman, Esq. y O. Salvin, Esq. *Transactions of the Zoological Society of London* 6(7):377-494.

Hernández-Guzmán, J. 2009. *Cariotipo del sapo común Chaunus marinus (Anura: Bufonidae) de Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Hernández-Guzmán, J., L. Arias-Rodriguez y J.R. Indy. 2010a. Los cromosomas meióticos de la rana arborícola *Smilisca baudinii* (Anura: Hylidae). *Revista de Biología Tropical* 59:355-362.

Hernández-Guzmán, J., L. Arias-Rodriguez, J.R. Indy *et al*. 2010b. Empleo del análisis para el monitoreo y conservación de poblaciones: herpetofauna nativa del sureste de México. *Mesoamericana* 14:56.

Herrera-Navarrete, M.L. 2009. *Estudio citogenético de la mojarra castarrica Cichlasoma urophthalmus en dos localidades del estado de Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Hoffmann, F.G. y R.J. Baker. 2003. Comparative phylogeography of short-tailed bats (*Carollia*: Phyllostomidae). *Molecular Ecology* 12:3403-3414.

Indy, J.R., L. Arias-Rodriguez, S. Páramo-Delgadillo *et al*. 2010a. Mitotic karyotype of the tropical freshwater crayfish *Procambarus* (*Austrocambarus*) *llamasi* (Decapoda: Cambaridae). *Revista de Biología Tropical* 58:655-662.

Indy, J.R., L. Arias-Rodriguez, C.P. De la Cruz-Alejandro *et al*. 2010b. Empleo del análisis para el monitoreo y conservación de poblaciones: invertebrados acuáticos de México. *Mesoamericana* 14:56-57.

Karp, G. 2007. *Cell and molecular biology: concepts and experiments*. Willey, Estados Unidos.

Lewin, B. 2004. *Genes VIII*. Oxford University Press, Nueva York.

Márquez-Couturier, G., L. Arias-Rodriguez y C.A. Álvarez-González. 2008. Patrones de variación del color en el pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill, 1863). En: *Memorias del XI Congreso Nacional Ictiología*. Baja California Sur.

Morales-García, S. 2011. *Caracterización citogenética del charal tropical Atherinella alvarezi (Pisces: atherinidae)*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Osorio-Pérez, A., L. Arias-Rodriguez, C.M. Burelo-Ramos *et al*. 2011. Número diploide de cromosomas en *Clytostoma binatum, Godmania aesculifolia* y *Tradescantia Spathacea*. *Mesoamericana* 15(2):217.

Plath, M., J.S. Hauswaldt, K. Moll *et al*. 2007. Local adaptation and pronounced genetic differentiation in an extremophile fish, *Poecilia mexicana*, inhabiting a Mexican cave with toxic hydrogen sulfide. *Molecular Ecology* 16:967-976.

Plath, M., B. Hermann, C. Schröder *et al*. 2010. Locally adapted fish populations maintain small-scale genetic differentiation despite perturbation by a catastrophic flood event. *BMC Evolutionary Biology* 10:256.

Ramírez-Hernández, A. 2011. *Caracterización cromosómica de Eugerres plumiere y Diapterus auratus de Jalapita, Centla, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Ray, D.A., J.A. Dever, S.G. Platt *et al*. 2004. Low levels of nucleotide diversity in *Crocodylus moreletii* and evidence of hybridization with *C. acutus*. *Conservation Genetics* 5:449-462.

Slattery, P., C. Eschenbrenner, L. Arias-Rodriguez *et al*. 2012. Twelve new microsatellite loci for the sulphur molly (*Poecilia sulphuraria*) and the related Atlantic molly (*P. mexicana*). *Conservation Genetic Resources* 4(4):935-937.

Tobler, M., T.J. DeWitt, I. Schlupp *et al*. 2008. Toxic hydrogen sulfide and dark caves: phenotypic and genetic divergence across two abiotic environmental gradients in *Poecilia mexicana*. *Evolution* 62:2643-2659.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad genética natural y cultivada de frijol y chile

Luz del Carmen Lagunes Espinoza, Abel Vidal Barahona y Gregorio Prado Urbina

Introducción

El frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) y el chile amashito (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) son dos plantas originarias de Mesoamérica (Miranda 1967, Pickersgill 1971, Singh 2001) y se distribuyen en toda la república mexicana (Miranda 1979, Pozo-Campodónico *et al*. 1991).

En Tabasco no se reportan tipos silvestres del frijol (Miranda 1979); su cultivo es una actividad tradicional en la región, lo que ha generado variedades autóctonas (ecotipos) que se han adaptado a las condiciones de clima y suelos de la zona. Por el contrario, el chile amashito se encuentra en poblaciones silvestres de la entidad y es ampliamente utilizado en la cultura gastronómica estatal. La diversidad cultivada de *P. vulgaris* y la natural de *C. annuum* son fuente importante de genes con características adaptadas a las condiciones locales que deben ser conservadas y aprovechadas mediante programas de mejora genética.

Frijol

Las variedades criollas del frijol (*P. vulgaris)* utilizadas por los agricultores en la entidad han coexistido con las variedades mejoradas por más de cuarenta años. Los nombres atribuidos a dichas variedades criollas corresponden a la duración de su ciclo fenológico, el color de su vaina o el municipio donde se cultiva: dos meses, tres meses, Nacajuca, vaina blanca, vaina morada, negro criollo y Pondoy. El cultivo de esta leguminosa involucra un proceso dinámico de selección empírica, y se aprovechan las plantas de variedades comerciales que mejor se adaptan a las condiciones edafoclimáticas y a la cultural local; no obstante, los cambios acelerados en el uso del suelo y en el clima han modificado los agrosistemas tradicionales, lo que provoca pérdida de diversidad genética en los cultivos de frijol, maíz y poblaciones naturales de chile amashito (Cleveland *et al*. 1994, Cázares-Sánchez y Duch-Gary 2004).

La diversidad de los cultivos criollos muestra la importancia de los agricultores de bajos recursos en la conservación *in situ* de germoplasma que, a su vez, es parte de su patrimonio familiar y cultural. En la región Chontalpa, 30.6% de los agricultores aún siembra variedades criollas de frijol (figura 1), principalmente en los municipios Cárdenas, Cunduacán, Comalcalco y Huimanguillo.

En Nacajuca y Jalpa de Méndez, las variedades criollas han sido reemplazadas por la variedad mejorada Jamapa; la variedad criolla negro Nacajuca, reportada como de amplio uso en Jalpa de Méndez, ha desaparecido prácticamente. El sistema de producción que predomina es el de monocultivo, empleado por 65.8% de agricultores, aunque en los municipios Cárdenas y Jalpa de Méndez la asociación con maíz sigue siendo utilizada por la mitad de los agricultores (Lagunes-Espinoza *et al*. 2008).

A nivel molecular, entre las variedades criollas de *P. vulgaris* en los municipios Huimanguillo y Jalpa de Méndez se identificó un gran parentesco con las variedades mejoradas de frijol negro, utilizando marcadores morfológicos y moleculares tipo RAPD e ISSR, lo que expresa una baja variabilidad a nivel molecular entre los genotipos evaluados de frijol negro (6%). Esto indica que los cultivares criollos de la región tienen ancestros en común con las variedades mejoradas o líneas utilizadas en los programas de mejoramiento del frijol negro en el país, y se han adaptado a las condiciones húmedas y cálidas de Tabasco. Entre los caracteres agronómicos que han sufrido más presión

Lagunes-Espinoza, L.C. , A. Vidal-Barahona y G. Prado-Urbina. 2019. Diversidad genética natural y cultivada de frijol y chile. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 405-408.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

por la selección empírica ejercida por los agricultores de la región, se encuentran el peso seco de biomasa aérea, peso de semillas por planta, número de semillas, peso de las semillas por vaina, tasa de crecimiento de la semilla y proporción de pericarpio en la vaina (figuras 2a y 3) (Vidal-Barahona *et al.* 2006) .

Chile amashito

El chile amashito (*C. annuum* var. *grabriusculum*) forma parte de la tradición y cultura culinaria del estado (Centurión *et al.* 2004). La alta presión de recolección que se ejerce sobre las poblaciones silvestres o semi-

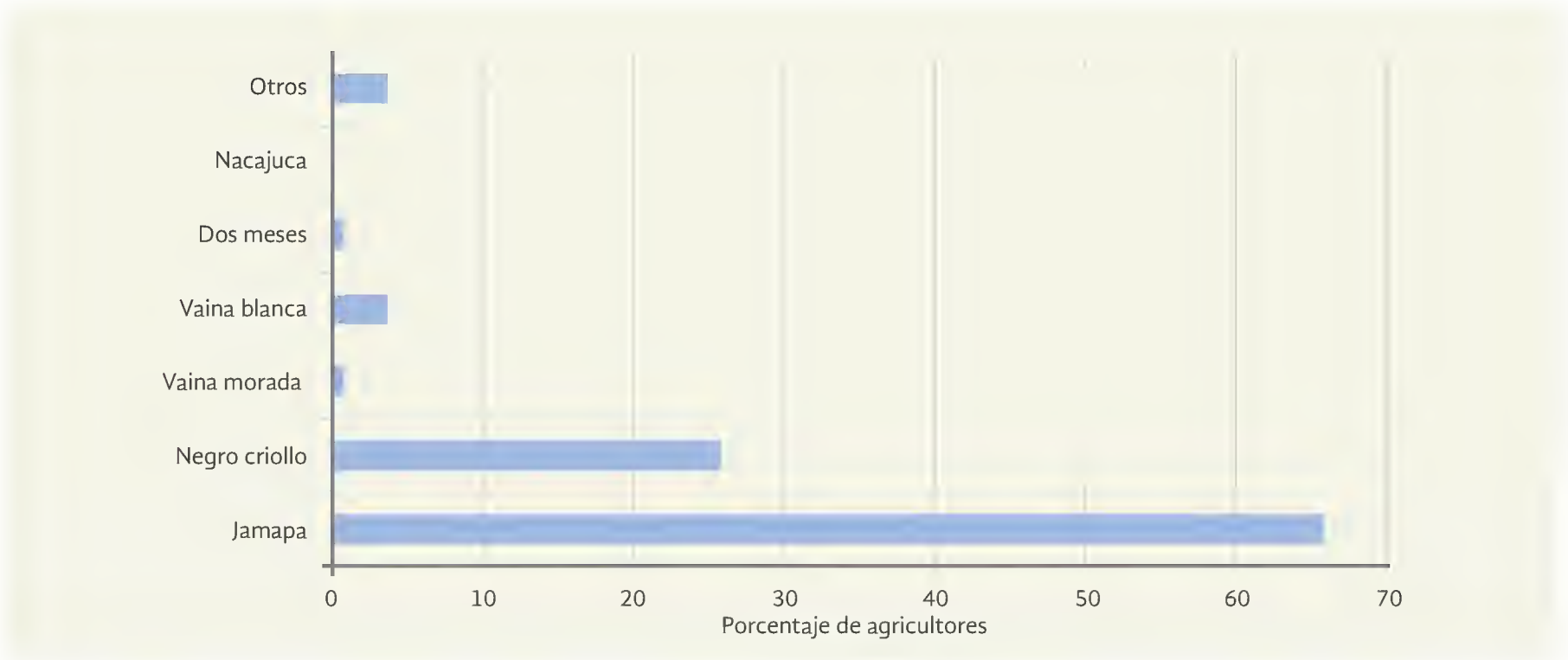


Figura 1. Diversidad cultivada de frijol negro en la región Chontalpa, Tabasco, que muestra a los agricultores que siembran las variedades criollas. Fuente: Lagunes-Espinoza *et al.* 2008.

Figura 2. a) Semillas criollas de frijol negro de la Chontalpa, Tabasco. Variedades de arriba hacia abajo: pondoy, tres meses, dos meses, vaina morada, vaina blanca; y b) diversidad de *Capsicum* spp. en la región de La Isla. Fotos: Luz del C. Lagunes E. y Gregorio Prado Urbina.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

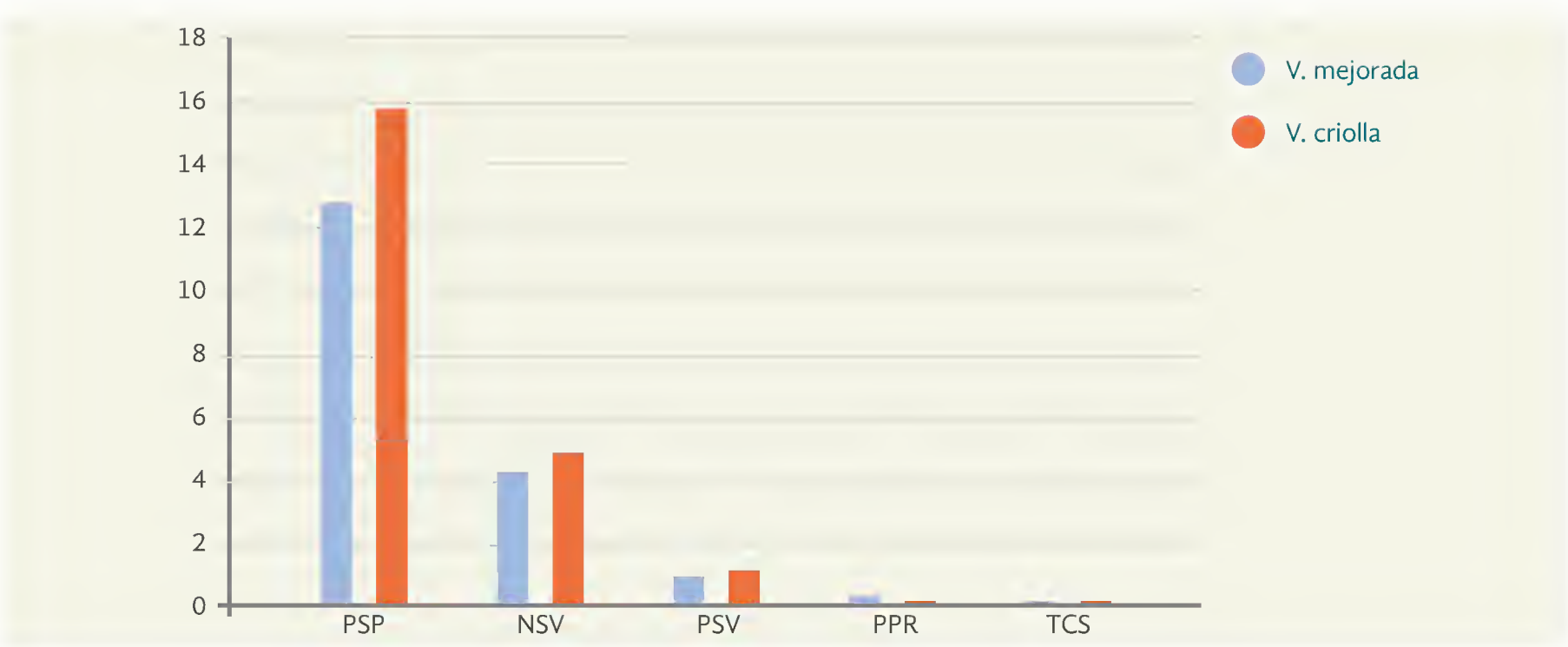


Figura 3. Comparación promedio de caracteres agronómicos del frijol cultivado en la Chontalpa con las variedades mejoradas. PSP = peso de semillas por planta (g), NSV = número de semillas por vaina, PSV = peso de semillas por vaina (g), PPR = proporción de pericarpio de la vaina, TCS = tasa de crecimiento de la semilla (g/día). Fuente: Vidal-Barahona 2005.

domesticadas, así como las prácticas culturales intensivas en las plantaciones y zonas agrícolas donde se encuentra, ponen en riesgo su permanencia.

En su forma silvestre y semi silvestre, la variedad de chile *C. annuum* var. *glabriusculum* y otras variantes de *C. annuum* se localizan en zonas perturbadas por el hombre, como acahuales, milpas, cacaotales, huertos familiares, plantaciones de coco, platanares, potreros y caminos (Vásquez-Dávila 1996, 2001). Estas poblaciones de chiles silvestres crecen en ambientes sombreados, porque requieren de condiciones particulares de humedad para su desarrollo y producción.

En la zona La Isla, que abarca parte de los municipios Centro y Cunduacán, delimitada por los cauces de los ríos Samaria y Carrizal (Viejo Mezcalapa), se observó una amplia diversidad de chiles silvestres (figura 2b; Prado-Urbina 2008). De esta manera fueron identificadas 14 poblaciones de chile amashito que se caracterizaron morfológicamente con base en 39 caracteres merísticos y 24 morfométricos. Las 14 poblaciones silvestres se agruparon taxonómicamente en tres especies de chile: *Capsicum* sp., *C. frutescens* var. *tabasco* y *C. annuum* var. *glabriusculum* (cuadro 1).

Las diferencias entre poblaciones fueron relacionadas con características cuantitativas y cualitativas del fruto y de la flor. La primera especie incluyó a tres poblaciones de chile conocido como *pico paloma* que pertenecen a la especie *C. frutescens* var. *tabasco*, las cuales presentaron mayor longitud y grosor de frutos, así como más cantidad de semillas por fruto. Estas poblaciones se localizaron en sombra, media sombra y en pleno sol, dependiendo de la variedad; por ejemplo, el pico paloma color crema se encontró en pleno sol, el pico paloma de punta redonda únicamente en espacios de media sombra y el pico paloma de color verde –de menor tamaño– bajo sombra. Este tipo de chile se utiliza como materia prima para producir la salsa Tabasco, reconocida internacionalmente; actualmente se produce con fines comerciales en Colombia y Guatemala, principales abastecedores de la empresa ubicada en Louisiana, Estados Unidos.

Cuadro 1. Especies y variantes de *Capsicum* spp.

Población silvestre de chile	Especie y variante
Ojo de cangrejo con manchas púrpuras Ojo de cangrejo con apéndice Ojo de cangrejo sin apéndice Garbanzo verde Garbanzo amarillo limón	*Capsicum* sp.
Pico paloma color crema Pico paloma verde redondo Pico paloma chico color verde Pico paloma color verde	*C. frutescens* var. *tabasco*
Amashito verde con manchas púrpuras Amashito verde redondo Amashito verde Amashito verde claro Amashito verde con hendidura	*C. annuum* var. *grabriusculum*

Fuente: Prado-Urbina 2008.

La segunda especie agrupó a poblaciones de chile amashito clasificadas como *C. annuum* var. *grabriusculum*, que presenta frutos pequeños y redondeados. Dichas poblaciones se desarrollan de forma adecuada bajo la fronda de los árboles, y cuando sus frutos se exponen al sol presentan manchas púrpuras, lo que altera la distribución espacial de los

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

lóculos y el desarrollo normal de las semillas. Por su importancia alimenticia y gastronómica, actualmente se considera la población de chile silvestre más explotada comercialmente debido a su demanda y consumo. Cabe enfatizar que la mayor parte de su producción se lleva a cabo de manera manual.

Dentro de la clasificación *Capsicum* sp. se agruparon las poblaciones silvestres de chile conocidas localmente como *garbanzo* y *ojo de cangrejo*, las cuales se desarrollan en condiciones de media sombra y casi nunca a pleno sol; se caracterizan por su porte bajo, frutos de tonalidad crema y manchas color púrpura.

Recomendaciones

Se debe mencionar que las poblaciones silvestres de *Capsicum* y las criollas de *Phaseolus* son un recurso genético de amplio valor comercial, biológico y cultural que requiere de medidas oportunas y permanentes para su conservación *in situ* y *ex situ* en la entidad. La conservación *in situ* en campos experimentales de centros de investigación del estado o en campos de agricultores cooperantes permitirá una continua y dinámica adaptación de las plantas a su ambiente, así como su caracterización morfológica, bioquímica y molecular, posible integración a procesos de mejora genética, sobre todo en regiones como Tabasco donde se encuentran asociadas a agrosistemas tradicionales. Aunque la mayoría de estos agrosistemas están en proceso de modernización o modificación drástica, la conservación de los recursos genéticos vegetales aún se puede integrar con el desarrollo de la agricultura, especialmente si los programas de desarrollo rural proyectan la preservación de la diversidad vegetal de los agrosistemas tradicionales ligados a la cultura de la región; por ejemplo, para fines de captura de carbono. La conservación *ex situ* de estos genotipos locales en bancos de germoplasma, jardines botánicos y su multiplicación en ambientes diferentes al de su origen puede revelar genes potenciales en proceso de selección empírica o para selección (Negri y Tiranti 2010).

Referencias

Cázares-Sánchez, E. y G.J. Duch-Gary. 2004. La diversidad genética de variedades locales de maíz, frijol, calabaza y chile, y su relación con características culinarias. En: *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. J.L. Chávez-Servia, J. Tuxill y D.I. Jarvis (eds.). Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos, Colombia, pp. 250-255.

Centurión, H.D., M.J. Espinosa y J.G.C. Cázares. 2004. *Inventario de recursos fitogenéticos agroalimentarios de Tabasco*. Fundación Produce Tabasco A.C./ISPROTAB/UJAT/SIGOLFO, México.

Cleveland, D.A., D. Soleri y S.E. Smith. 1994. Do folk crop varieties have a role in sustainable agriculture? *Bioscience* 44(11):740.

Lagunes-Espinoza, L.C., F. Gallardo-López, H. Becerril-Hernández y E.D. Bolaños-Aguilar. 2008. Diversidad cultivada y sistema de manejo de *Phaseolus vulgaris* y *Vigna unguiculata* en la región de la Chontalpa, Tabasco. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14:13-21.

Miranda, C.S. 1967. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común). *Agrociencia* 1:99-109.

——. 1979. Evolución de *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus coccineus*. En: *Contribuciones al conocimiento de frijol (Phaseolus) en México*. M.E. Engleman (ed.). Colegio de Postgraduados, México, pp. 83-99.

Negri, V. y B. Tiranti. 2010. Efectiveness of *in situ* and *ex situ* conservation of crop diversity. What a *Phaseolus vulgaris* L. landrace case of study can tell us. *Genetica* 138:985-988.

Pickersgill, B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chilli peppers (genus *Capsicum*). *Evolution* 25:683-691.

Pozo-Campodónico, O., H.S. Montes y E.J. Redondo. 1991. Chile (*Capsicum* spp.). En: *Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C., México, pp. 217-238.

Prado-Urbina, G. 2008. *Variación morfológica in situ y capacidad germinativa en poblaciones silvestres de Capsicum spp. del estado de Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Cárdenas.

Singh, P.S. 2001. Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. *Crop Science* 41:1659-1675.

Vásquez-Dávila, M.A. 1996. El *amash* y el *pistoqué*: un ejemplo de la etnoecología de los chontales de Tabasco, México. *Etnoecológica* 3(4-5):59-69.

——. 2001. Etnoecología chontal de Tabasco, México. *Etnoecológica* 6(8):42-60.

Vidal-Barahona, A. 2005. *Caracterización de la diversidad morfológica y molecular de cultivares criollos y mejorados de frijol común del trópico húmedo*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Cárdenas.

Vidal-Barahona, A., L.C. Lagunes-Espinoza, E. Valadez-Moctezuma y C.F. Ortiz-García. 2006. Variabilidad morfológica y molecular de cultivares criollos y mejorados de frijol común en Tabasco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29:273-281.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad genética del maguey morado (*Tradescantia spathacea*) basado en RAPD

Alinne Audrei Martínez López, Julia Lesher Gordillo y María de los Ángeles Guadarrama Olivera

En Tabasco se han llevado a cabo varios estudios florísticos, entre los que destaca el de Guadarrama-Olivera (2007) acerca de las commelináceas, a las que pertenecen plantas herbáceas con amplia distribución en la entidad. Dicho estudio reconoció, mediante observación directa, cinco variantes fenotípicas de *Tradescantia spathacea* o maguey morado. Esta planta se caracteriza por su coloración verde-azulosa en la parte superior de sus hojas y morada en la inferior. En territorio tabasqueño, la especie se encuentra únicamente en sitios perturbados, en hábitats asociados a lugares urbanizados y es común su uso ornamental en los jardines rurales de la región (figura 1).

Esta especie presenta otros fenotipos (verde y de hoja ancha) que crecen en sitios con vegetación más conservada y en estado silvestre. El primero tiene la lámina de la hoja de color verde tanto en el haz como en el envés, crece como planta xerófila (adaptaba a ambientes secos) sobre laderas en Boca del Cerro en Tenosique, sobre las pirámides de Calakmul, Campeche y en Belice (figura 2). El segundo, de hoja ancha, rebasa en aproximadamente 6 cm el ancho que tiene el fenotipo común, casi duplicando la cantidad de flores, y ha sido reportado en el Centro Regional Universitario del Sureste de la Universidad Autónoma Chapingo, que se ubica en Puyacatengo, Teapa, Tabasco (figura 3).

Otros fenotipos como el *enano* y el *rayado* no se encuentran en estado silvestre, son pequeños y se utilizan únicamente en jardinería. El primero sólo tiene una o dos rosetas de hojas, mientras que el rayado presenta líneas a lo largo de la hoja. Morfológicamente, son pocas las características que diferencian los fenotipos durante un estudio florístico (color, tamaño y distribución), las cuales no son suficientes para separarlas adecuadamente entre fenotipos,

Figura 1. Variante fenotípica maguey morado común (*Tradescantia spathacea*) creciendo en el jardín botánico José Narciso Rovirosa. Foto: Alinne Audrei Martínez López.

Figura 2. Variante fenotípica maguey verde (*Tradescantia spathacea*) creciendo como epífita en un tronco en Calakmul, Campeche. Foto: Pedro Díaz.

Martínez-López, A.A., J. Lesher-Gordillo y M.A. Guadarrama-Olivera. 2019. Diversidad genética del maguey morado (*Tradescantia spathacea*) basado en RAPD. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 409-411.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Variante fenotípica hoja ancha (*Tradescantia spathacea*) sembrado en las instalaciones del jardín botánico José Narciso Rovirosa. Foto: Alinne Audrei Martínez López.

y son cuestionadas por basarse sólo en caracteres externos, influenciados por la herencia (dominancia/recesividad) y factores ambientales, lo que puede desequilibrar la expresión de un rasgo genético.

Una técnica adecuada para caracterizar variedades especiales a partir de datos genotípicos sólidos es la del polimorfismo del ADN amplificado al azar (RAPD por sus siglas en inglés), que se basa en obtener, al azar, fragmentos de ADN de una especie, con el uso de cebadores de 10 pb (pares de bases) los cuales mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) son amplificados o sintetizados exponencialmente con la ventaja de no requerir información genética previa. Esta técnica permite discriminar e identificar diferencias en la composición genética de individuos, genotipos especiales e incluso variedades cultivadas y silvestres (Vargas *et al.* 2003).

En 2009 se inició la caracterización genética de tres fenotipos: morado común, verde y morado de hoja ancha de *T. spathacea* presentes en Tabasco, para lo que se usaron los marcadores RAPD (Martínez-López 2010). El material fue colectado en sitios donde se reportó previamente (Hunt 1986, Guadarrama-Olivera 2007). La extracción de ADN se basó en el protocolo de Bekesiova *et al.* (1999) y para la obtención de los productos de PCR se probaron 16 cebadores tipo RAPD de la serie OPB, OPA, OPE y SC-10.

De la aplicación de las series, los cebadores OPB-2, OPB-10, OPE-4 y SC10-37 amplificaron positivamente y se obtuvieron 31 alelos de entre 200 y 1 500 pares de bases, siendo 12.9% de ellos monomórficos y el resto con polimorfismo variable (figura 4).

A partir de los datos de ausencia-presencia de los alelos, se elaboró una matriz general de similitud basada en el índice de Jaccard con el software NTSYSpc 2.0, la cual se analizó mediante un UPGMA (método de agrupamiento por pares no ponderados con media aritmética). La formación de los grupos en el dendrograma obtenido por UPGMA mostró la separación de los tres fenotipos en dos grupos principales y una estrecha relación entre procedencia de los materiales colectados y fenotipo: el grupo I que incluyó a los fenotipos de hoja ancha y verde conjunta a materiales procedentes de sitios semiconservados, mientras que el II comprendió únicamente al maguey morado común, asociado a sitios con influencia humana. De acuerdo con el índice de Jaccard, existe una mayor similitud entre los materiales de primer grupo, y en el grupo II el valor disminuye sin llegar a separarse completamente del grupo I.

Otro análisis aplicado a la matriz fueron los valores cofenéticos del UPGMA, que confirma la mayor diferencia entre el fenotipo morado común con 70% respecto a los fenotipos verde y morado de hoja ancha. La diferencia entre los fenotipos verdes de Calakmul y de Tenosique fue de 20%.

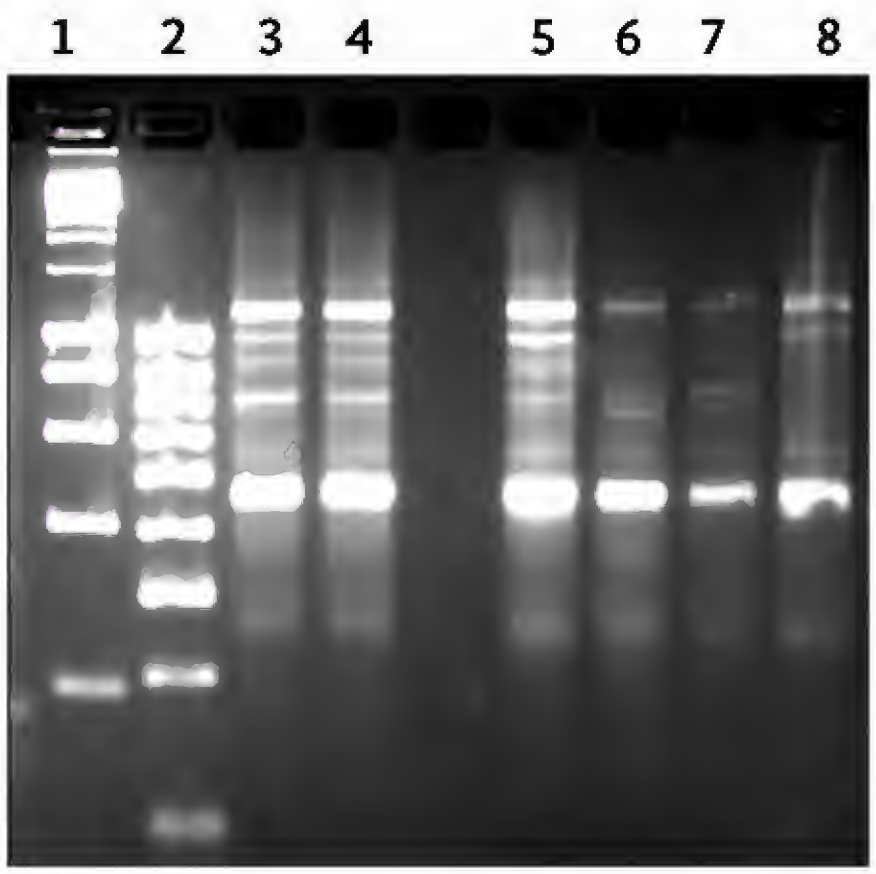


Figura 4. Amplificaciones obtenidas a partir del cebador OPB-10. Carril 1 y 2 corresponden a la regla de peso molecular, el 3 y 4 a muestras del fenotipo de hoja ancha, el 5 al fenotipo verde de Calakmul, el 6 y 7 al fenotipo morado y el 8 al fenotipo verde de Tenosique, Tabasco. Foto: Alinne Audrei Martínez López

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las evidencias del dendrograma obtenido, índice de Jaccard y valores cofenéticos muestran que a nivel genotípico, los fenotipos analizados están cambiando, posiblemente se están presentando mutaciones de diversos orígenes que se están estableciendo en las distintas regiones codificantes o no del ADN. Otra evidencia importante fue la de descartar que las diferencias morfológicas se deben a cambios reales en la constitución genética de los materiales que se expresan en los fenotipos de esta planta y no a la influencia de factores ambientales al obtener, en su mayoría, alelos polimórficos.

Hasta aquí ¿se puede suponer que estos fenotipos son subespecies de *T. spathacea*? Se piensa que sí y, aunque se deben utilizar otro tipo de técnicas para confirmarlo, todo apunta a que en Tabasco existen subespecies del maguey morado.

En conclusión, se encontró más similitud entre los fenotipos de hoja ancha y verde del grupo I en comparación con el fenotipo morado común. Es posible que los fenotipos se encuentren en un proceso de separación genética. Las evidencias del estudio se suman a las de tipo morfológico e histológico para separar al maguey morado en más variedades, reconocidas de modo informal; sobre todo, las de propagación silvestre, de las que se sabe muy poco, incluso se desconocen aspectos de abundancia y distribución.

Referencias

Bekesiova, I., J.P. Nap y L. Mlynarova. 1999. Isolation of high quality DNA and RNA from leaves of the carnivorous plant *Drosera rotundifolia*. *Plant Molecular Biology Reporter* 17:296-277.

Guadarrama-Olivera, M.A. 2007. *Estudio taxonómico florístico de las Commelinaceae de Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias. UNAM, México.

Hunt, D.R. 1986. *Campelia*, *Rhoeo* and *Zebrina* united with *Tradescantia:* American Commelinaceae: XIII. *Kew Bulletin* 41(2):401-405.

Martínez-López, A.A. 2010. *Caracterización molecular de tres fenotipos de Tradescantia spathacea Sw. Mediante la técnica RAPDS*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Vargas, D., M. Vega y C.G. González. 2003. Aproximación a una caracterización molecular de *Fasciola hepática* por la técnica RAPDS. *Parasitología Latinoamericana* 58:11-16.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Diversidad genética del cacao (*Theobroma cacao*)

Carlos Fredy Ortiz García, Eder Ramos Hernández y Magdiel Torres De la Cruz

Introducción

El cacao pertenece a la familia de las Sterculiaceae, comprende 70 géneros, dentro de los cuales destaca *Theobroma*, que cuenta con 22 especies, entre estas el cacao (*T. cacao*) es la especie más importante por su explotación agrícola mundial para la producción del chocolate (Cuatrecasas 1964, CONABIO 2008).

El cacao es una planta de ciclo vegetativo perenne y diploide (2n = 20), en la que predomina la polinización cruzada que exhibe un sistema de autoincompatibilidad (no produce semillas cuando se autopoliniza) en muchos genotipos (Knight y Rogers 1995) y, por ende, es un mecanismo creador de nueva variabilidad genética. La flor tiene polinización entomófila (por medio de insectos), principalmente por dípteros del género *Forcypomia* (López *et al.* 2005). Existen algunas controversias acerca del origen y domesticación del cacao debido a la ubicación de centros de diversificación en diferentes partes del continente, pero es aceptado que su origen se dio en la selva tropical húmeda amazónica en el continente americano (Cuatrecasas 1964).

Origen y distribución del cacao

La presencia precolombina de cacao en Mesoamérica, asociada de forma cultural a los mayas y aztecas, y geográficamente a las selvas de Chiapas, Tabasco y otras regiones de Centroamérica (West *et al.* 1987, López 1988, Touzard 1993, Bartley 2005), ha sido una referencia para la atribución de su origen y distribución natural; sin embargo, Cheesman (1944) sostiene la hipótesis de que el cacao tiene un solo centro de origen alrededor de las cuencas de ríos afluentes del Amazonas (Napo, Putumayo y Caqueta), cercanos al Ecuador, donde existe gran diversidad de cacao. Así, señala que el cacao fue introducido a Centroamérica y al sureste de México (figura 1) y que el aislamiento geográfico y la selección hecha por indígenas mesoamericanos generó la diversidad de mazorcas. Posteriormente, Cuatrecasas (1964) propuso la diferenciación de dos subespecies: *T. cacao cacao* (cacao criollo) desarrollada en Mesoamérica, y *T. cacao sphaerocarpum* (cacao forastero) originario de la cuenca del río Orinoco en Sudamérica.

Investigaciones recientes fundamentan cada una de estas hipótesis; por ejemplo, la presencia de cacao criollo antiguo en las selvas de Chiapas y en rejollas en Yucatán fortaleció la hipótesis del origen mesoamericano del cacao criollo (Gómez *et al.* 1990). Otros estudios de cacao criollo colectado en áreas aisladas de Mesoamérica y Venezuela revelan las diferencias entre cacao criollo y el forastero con distancias genéticas de Nei (1972) de 0.51 (Motamayor *et al.* 2000, 2003), y explican que la variabilidad morfológica del cacao criollo se debe a la intervención del ser humano, aparentemente por mutación de los genes que controlan la forma de

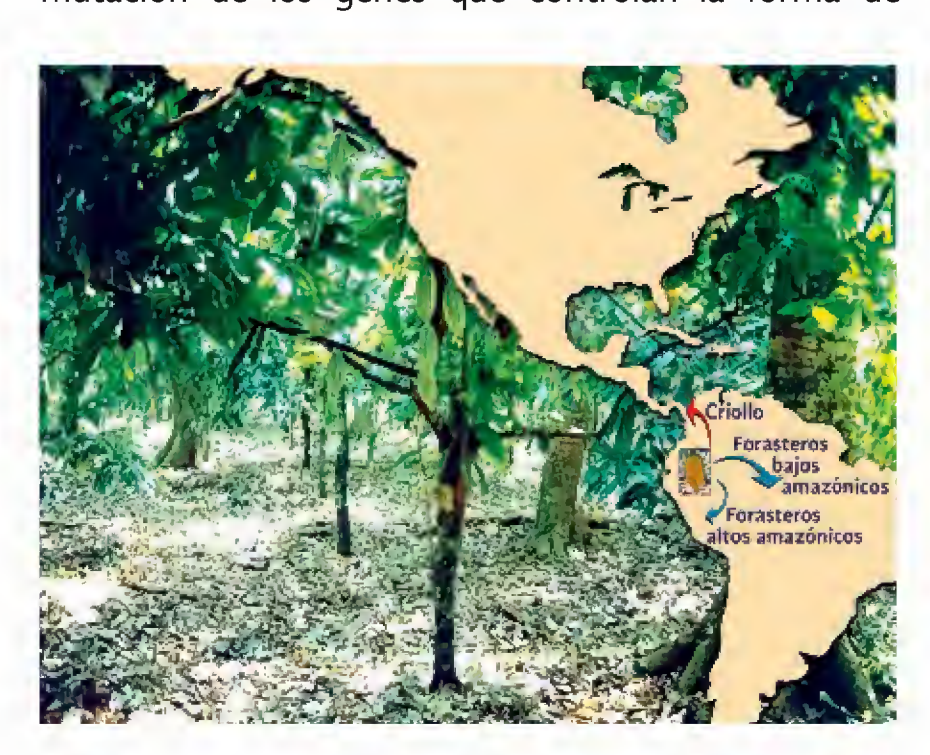


Figura 1. Origen del cacao: distribución natural. Fuente: Cheesman 1944.

Ortiz-García, C.F., E. Ramos-Hernández y M. Torres-De la Cruz. 2019. Diversidad genética del cacao (*Theobroma cacao*). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 413-420.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

las mazorcas. La diferencia puede fundamentarse por la presencia de alelos específicos en los cacaos criollos, los cuales sugieren que la divergencia del criollo y forastero, se presentó mucho antes de la intervención del ser humano (Motamayor *et al.* 2000), lo que originó ambos grupos a partir de una pequeña población ancestral ubicada en América del Sur.

Grupos genéticos del cacao

Se reconoce que la especie *T. cacao* cuenta con tres grupos genéticos: criollos, forasteros (bajos y altos amazonianos) y trinitarios (Lanaud 1987, Bartley 2005, Motamayor *et al.* 2003).

Los cacaos criollos están distribuidos desde el norte de Venezuela y Perú hasta México, y cuentan con mazorcas largas y puntiagudas, colores de verdes a violetas en su etapa de desarrollo y de amarillas a rojas en su estado maduro; contienen almendras de color blanco a crema con sabor dulce que dan como resultado un cacao fino, aunque susceptible a diversas enfermedades, como la *mancha negra*, causada por el pseudohongo *Phytophtora capsici* en Tabasco (Ortiz-García 1996).

Los cacaos forasteros son originarios de la cuenca del río Amazonas y agrupan a dos tipos: 1) tipo bajo amazoniano con mazorcas de forma amelonada a ovoide que se mantiene de color verde durante su desarrollo, y amarillo o naranja en la madurez, con almendras color violeta oscuro; y 2) tipo alto amazoniano con diversas formas y tamaño de mazorcas. Ambos tipos son muy productivos, pero su calidad es media y ocupan 80% de la superficie de cacao cultivado en el mundo.

Los cacaos trinitarios son híbridos formados por el cruzamiento natural entre los criollos y amazonianos, con amplia variabilidad en los que se ubican genotipos semejantes tanto al criollo como a los forasteros, y gran número de genotipos presentan características intermedias entre ambos grupos. Inicialmente fue detectado en Trinidad e inducido posteriormente en diferentes países mediante programas de mejoramiento genético. A partir de los resultados encontrados por Motamayor *et al.* (2002), se propone la teoría de "cacao criollo moderno" que corresponde a los genotipos de cacao trinitario ampliamente distribuidos en Centroamérica. Dichos tipos de cacao aportan 15% de la producción mundial, misma que ha mostrado alta calidad comercial (Mossu 1990).

El cacao en Tabasco

La producción del cacao es considerada como la actividad comercial más antigua de Tabasco (West *et al.* 1987). Mossu (1990) señala que en 1519, cuando Hernán Cortés desembarcó en las costas de lo que hoy es Tabasco, se interesó por este cultivo, principalmente por la función de moneda que le asignaban los indígenas. Touzard (1993) precisa que, en aquella época, el tipo de cacao existente en México era el criollo, y las principales zonas productoras se ubicaban en Tabasco y la región del Soconusco, Chiapas, cuyo origen lo relaciona Wood y Lass (1985) con introducciones hechas por los mayas desde el siglo XII d.C. Así, este tipo de cacao se produjo en Tabasco por cerca de cuatro siglos. Al respecto, López (1988) señala que los cacaos criollos de la selva Lacandona fueron introducidos desde la época prehispánica y se conservó su capacidad de reproducción sin la intervención del ser humano; mientras que en Tabasco existían algunos cultivares criollos diferenciados por color y forma de la mazorca, por lo que destaca la histórica asociación que ha existido entre los tabasqueños y el cultivo de cacao, lo que permite concluir que "el cacao es para Tabasco, lo que el maíz para México".

West *et al.* (1987) señalan que para 1850 las zonas productoras de cacao eran Chontalpa, Sierra y Ríos, con un total de 5 023 558 árboles. Cien años después, en 1950, la cantidad de árboles era similar, pero de más calidad en Chontalpa que en Sierra. Aunado a esto, se fue dando un cambio en el material genético cultivado en Tabasco, lo que dio inicio a las introducciones al estado del cacao tipo forastero.

En la década de los treinta se llevaron a cabo las primeras introducciones de cacao tipo Ceylán a Tabasco (López 1988), por lo que, para fines de producción, la siembra por semilla en nuevas plantaciones generó la segregación de una nueva variedad llamada *calabacillo* (cuadro 1). Otra variedad, el Guayaquil, aparentemente fue seleccionada en la entidad en 1952 por su alto rendimiento.

Existen otros tipos de cacao que se han considerado como criollos por tener almendras blancas. Destaca el cacao criollo clonal No. 1 conocido como *carmelo*, actualmente cultivado en la finca La Joya que se ubica en el municipio Cunduacán, y que Motamayor *et al.* (2003) ha llamado *neocriollo*, ya que es genéticamente un trinitario de altísima calidad (figura 2). Otros materiales han sido reportados en bancos de germoplasma del

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Proceso de cambio en materiales de cacao producidos a partir de los años treinta.

Material genético	Características generales	Origen	Tipo	Referencia
Ceylán	Mazorca larga y ancha, terminada en punta en su extremo inferior y en ocasiones en cuello de botella en la base, con epicarpio color verde blanquecino, verde y rojo, así como surcos pronunciados y rugosos tipo trinitario	Primeras introducciones en los años treinta	Forastero	López 1988, Bartley 2005
Calabacillo	Presenta árboles medianos y delgados, mazorca chica con tendencia hacia la esfericidad, ausencia de punta en su extremo inferior, cáscara delgada, granos de color morado oscuro y sabor muy astringente	Segregación	Forastero	López 1988
Guayaquil aparentemente por su alto rendimiento	Mazorca alargada con el extremo inferior redondeado, epicarpio con surcos de una profundidad intermedia entre el ceylán y calabacillo, superficie lisa y opaca de color verde o blanquecino que en ocasiones tiende a colorarse	Seleccionada en Tabasco en 1952	Forastero	López-Mendoza 1983
Criollo clonal Núm. 1, carmelo o neocriollo	Mazorca larga y ancha, color verde blanquizco con surcos pronunciados y arrugados, extremo inferior con terminación en punta, cáscara blanca de grosor regular	Recuperación y manejo desde 1934	Trinitario	López 1988, Motamayor *et al.* 2003

Figura 2. Características del árbol de cacao criollo clonal Núm. 1 (Motamayor *et al.* 2003) de la finca La Joya ubicada en el municipio Cunduacán. Foto: Carlos F. Ortiz García.

estado (López-Mendoza 1983, López 1996, López *et al.* 2005).

En Tabasco, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) cuenta con un programa de mejoramiento genético para obtener material híbrido y clonal de alta producción, excelente calidad de grano y resistente a la pudrición negra del cacao (López *et al.* 2005). Al realizar colectas en los municipios Comalcalco y Jalpa de Méndez se aportaron 15 genotipos de cacao criollo (cuadro 2; López 1996, López *et al.* 2005), los cuales presentan mazorcas alargadas con o sin constricción del cuello; ápice pronunciado, doblado y agudo, encorvado o no; superficie delgada/rugosa y semillas abultadas con cotiledones blancos. De los genotipos seleccionados sobresalen las colectas 65, 71 y 72, originarios de Comalcalco (cuadro 2). Cabe señalar que la colecta del INIFAP incluyó genotipos introducidos que registran baja diversidad en comparación con la circunstancia mundial (cuadro 2).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Materiales de cacao en bancos de germoplasma en la entidad.

Material genético (clave)	Tipo de cacao	Características	País de origen/ Estado	Banco de germoplasma
INIFAP 10[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 23[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 30[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 31[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 32[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 38[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 45[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 46[1]	Criollo[7]	Alta calidad[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 47[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 48[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 50[1]	Criollo[7]	Alta calidad[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 51[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 52[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 53[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 54[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 55[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 57[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 58[1]	Criollo[7]	Alta calidad[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 61[1]	Criollo[7]	Alta calidad[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 62[1]	Criollo[7]	Alta calidad[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 63[1]	Criollo[7]	Alta calidad[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 64[1]	Criollo[7]	Alta calidad[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 65[1]	Criollo[7]	Alta calidad, colectado en Comalcalco, Tabasco[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 66[1]	Criollo[7]	Alta calidad[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 67[1]		Mazorcas tipo criollo[7]	México	INIFAP
INIFAP 68[1]	Criollo[4]	†[4], Excelente característica productiva[4,7]	México	INIFAP
INIFAP 69[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 70[1]	Criollo[7]	Alta calidad [7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 71[1]	Criollo[7]	Alta calidad de grano, porcentaje de semillas blancas elevado, colectado en Comalcalco, Tabasco[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 72[1]	Criollo[7]	Alta calidad de grano, porcentaje de semillas blancas elevado, colectado en Comalcalco, Tabasco[7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 73[1]	Criollo[7]	Alta calidad [7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 74[1]	Criollo[7]	Alta calidad [7]	México/Tabasco[7]	INIFAP
INIFAP 75[1]	Trinitario[4]	†[4], Excelente característica productiva[4,7]	México	INIFAP
INIFAP 76[1]	SD	Excelente característica productiva[7]	México	INIFAP
INIFAP 77[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 78[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 79[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 80[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 81[1]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 82[1]	SD	SD	México	INIFAP
RIM 2[1]	Trinitario	SD	México	INIFAP
RIM 8[1]	Trinitario	SD	México	INIFAP
RIM 23[1]	Trinitario	SD	México	INIFAP
RIM 48[1]	Trinitario	SD	México	INIFAP
RIM 75[1]	Trinitario	SD	México	INIFAP
RIM 78[1]	Trinitario	SD	México	INIFAP
RIM 88[1]	Trinitario	¤[5], alto rendimiento y buena calidad de grano	México	INIFAP
RIM 105[1]	Trinitario	SD	México	INIFAP
RIM 117[1]	Trinitario	SD	México	INIFAP
UF 11[1]	Trinitario	Buena calidad física y química de las almendras[7]	Costa Rica	INIFAP

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Material genético (clave)	Tipo de cacao	Caracteristicas	País de origen/ Estado	Banco de germoplasma
UF 12[1]	Trinitario	∏[6]	Costa Rica	INIFAP
UF 29[1]	Trinitario	‡[5], ∏[8], ф[1], ψ[8], ж[8], ħ[8]	Costa Rica	INIFAP
UF 613[1]	Trinitario	∏[6], ‡[8], ψ[8], ж[8]	Costa Rica	INIFAP
UF 667[1]	Trinitario[4]	†[4], ∏[6],Excelente característica productiva[4]	Costa Rica	INIFAP
UF 668[1]	Trinitario	Buena calidad física y química de las almendras[7]	Costa Rica	INIFAP
UF 700[1]	Trinitario		Costa Rica	INIFAP
CC 225[1]	Trinitario[4]	⌂[4,7], Buenas características productivas[4]	Costa Rica	INIFAP
EET 48[1]	Trinitario	‡[5], ⌂[7], ψ[8], ħ[8]	Ecuador	INIFAP
EET 95[1]	Trinitario	‡[5], ψ[8], ж[8], ħ[8]	Ecuador	INIFAP
EET 96[1]	Trinitario	‡[5], ψ[8], ж[8], ħ[8]	Ecuador	INIFAP
EET 400[1]	Forastero	⌂[4], ‡[5], ЛЪ[7,8], buenas características productivas[4],	Ecuador	INIFAP
SCA 6[1]	Forastero[4]	⌂[4],‡[5,8], ψ[8], ж[8], ħ[8] malas características productivas[4]	Ecuador	INIFAP
SCA 12[1]	Forastero[4]	⌂[4],‡[5,8], ψ[8], ж[8], ħ[8] malas características productivas[4]	Ecuador	INIFAP
PA 169[1, 2]	Forastero[4]	⌂[4], ‡[5] ,baja producción[4], resistencia a la moniliasis[5]	Perú	INIFAP
IMC 67[1]	Forastero	‡[5], ψ[8], ħ[8]	Perú	INIFAP
POUND7[1]	Forastero	‡[5], ∏[6,8], ⌂[7], ħ[8]	Perú	INIFAP
CATONGO[1]	Forastero[4]	⌂[4], ‡[8], Buenas características productivas[4]	Brasil	INIFAP
SIAL 163[1]	SD	SD	Brasil	INIFAP
ICS 6[1]	Trinitario	ψ[8], ħ[8]	Trinidad	INIFAP
SPA 9[1]	Trinitario	SD	Colombia	INIFAP
OC 77[1]	Trinitario	⌂[4], ¤[8], ж[8], Buenas características productivas[4,7]	Venezuela	INIFAP
INIFAP 1[2]	SD	SD	México	INIFAP
INIFAP 8[2]	SD	SD	México	INIFAP
UF 273[2]	Trinitario	Cierta Resistencia a la moniliasis [1,5,7]	Costa Rica	INIFAP
HUR1[3]	SD	Tolerante a la Moniliasis[3]	SD	INIFAP
SCA 6 X RIM 76[1]	Híbrido	SD	México	Ensayo de Cárdenas, Tabasco
POUND 7 X RIM 88[1]	Híbrido	SD	México	Ensayo de Cárdenas, Tabasco
POUND 7 X RIM 76A[1]	Híbrido	SD	México	Ensayo de Cárdenas, Tabasco
CC 266 x IMC 67[1,7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	Ensayo de Comalcalco, Tabasco
UF 613 X IMC 67[1,7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	Ensayo de Comalcalco, Tabasco
EET 59 X CC 266[1, 7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	Ensayo de Comalcalco, Tabasco
RIM 2 X UF 613[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 2 X CC 266[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 2 X EET 48[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 76A X CC 266[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 76A X EET 48[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 76A X EET 400[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 68 X EET 48[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 68 X EET 400[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 68 X SPA 9[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 75 X EET 400[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 75 X SPA 9[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
RIM 75 X POUND 7[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
UF 29 X SPA 9[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
UF 29 X POUND 7[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
UF 613 X POUND 7[1,7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP
POUND 7 X EET 48[7]	Híbrido	⌂, alto rendimiento[7]	México	INIFAP

⌂=resistencia a *Phytophtora capsici*, †=susceptible a *P. capsici*, ‡=resistencia a *P. palmivora*, ¤=susceptible a *P. palmivora*, ∏=tolerancia a *P. palmivora*, ЛЪ=resistencia a escoba de brujas *Crinipellis perniciosa*, ψ=susceptible a escoba de brujas *C. perniciosa*, Φ=resistencia a bubas *Fusarium rigidiuscula*, ЂЪ=susceptible a moniliasis, SD = sin dato. Fuente: [1]López 1996, [2]López y Ramírez 2010, [3]Ramírez *et al.* 2010, [4]López-Andrade 1999, [5]Cueto *et al.* 2007, [6]Vidal y Zuñiga 1995, [7]López *et al.* 2005, [8]Soria y Enríquez 1981.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Marco teórico del cacao con resistencia a enfermedades

Actualmente el cultivo comercial del cacao se compone de una diversidad genética estrecha, asociado a muchos cultivares (clones) susceptibles a numerosas plagas/enfermedades de importancia comercial (Motamayor *et al.* 2002) y con poca producción.

Los programas de mejoramiento genético se basan en la selección de líneas parentales que muestran los genotipos y fenotipos (rasgos físicos de las plantas) de interés agronómico y, por ello, de importancia económica. En el mejoramiento genético de árboles, cada línea parental es propagada vegetativamente como un clon genéticamente idéntico para asegurar una constante fuente genética que permita reproducir las características deseadas mediante el cruzamiento de dos líneas diferentes de clones parentales (Livingstone *et al.* 2011). La resistencia, tolerancia y susceptibilidad de los cultivares de cacao a los patógenos *Phytophtora capsici* (mancha negra) y *Moniliophthora roreri* (moniliasis, figura 3) varía de acuerdo con el genotipo.

La caracterización de la susceptibilidad de 12 clones de cacao a las fitoesporas de *P. capsici* fue hecha por López-Andrade (1999). De igual manera, han sido introducidos clones con resistencia a *M. roreri* que sirven como base para estudios de mejoramiento genéticos; de esta manera, Ramírez *et al.* (2010) identificaron seis genotipos nativos potencialmentes tolerantes a la enfermedad: HUR1 (cuadro 2) y HUS1, CES2, CUS5, JMS10 y JMS11 (aún ubicados en parcelas de productores de los municipios de Huimanguillo, Centro, Cunduacán y Jalpa de Méndez).

Es importante señalar que, en respuesta a la presencia de *P. capsici* y *M. roreri,* la siembra de nuevos materiales de cacao generados en otras regiones del mundo e introducidos al estado pone en riesgo la base genética de la diversidad del cacao en el estado, ya que el genotipo del cacao tabasqueño está fundamentado en un complejo trinitario y cacaos finos, que lo han hecho merecedor de distinciones por su calidad a escala mundial (UNPC 1990). Esta importancia es debido a que los recursos genéticos no son renovables, por ello, es fundamental su conservación. La ventaja competitiva internacional de los tipos de cacaos finos de Tabasco debe protegerse mediante el rechazo de siembra masiva de clones resistente a la moniliasis, como objetivo prioritario de los programas de desarrollo agrícola. Indudablemente, sería un error sustituir al cacao tabasqueño por cacao clonal con alta uniformidad

Figura 3. Mazorca de cacao con presencia de moniliasis y esporas. Fotos: Carlos Fredy Ortiz García.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

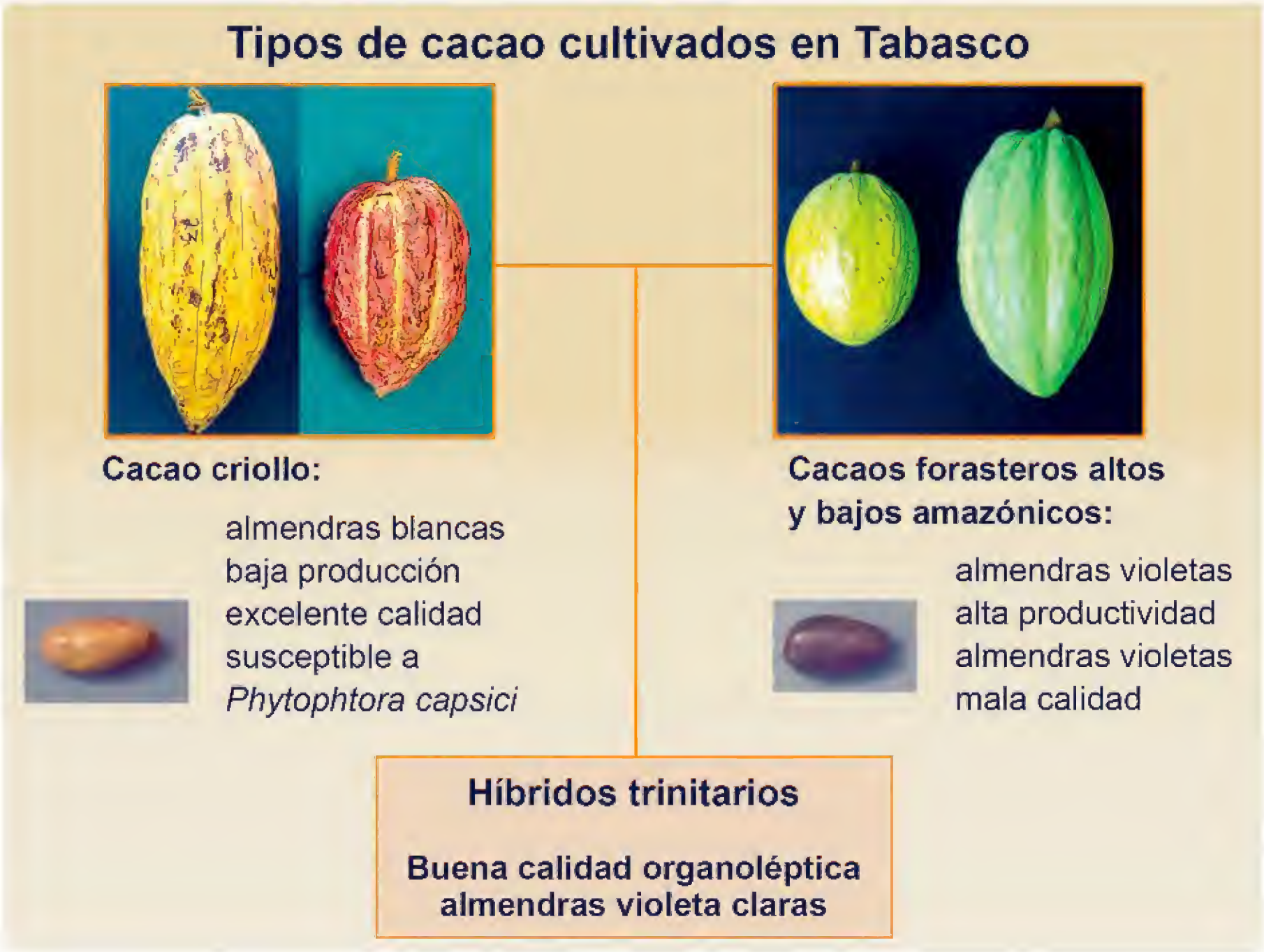


Figura 4. Ejemplo de la variabilidad en tipos de frutos de poblaciones de cacao en el estado. Fuente: elaboración propia.

resistente a moniliasis u otras enfermedades, ya que desplazaría y aniquilaría la poca diversidad genética del cacao tabasqueño, considerando que los problemas fitosanitarios existentes deben superarse con métodos de manejo integrado. Asimismo, se deben impulsar programas de rescate del complejo trinitario del cacao de las 41 024 ha plantadas en el estado (SIAP 2011) que manifiestan la gran diversidad en producción, formas, colores y tallas para que se depositen en bancos de germoplasma *in situ* y *ex situ*, y que sean consideradas como la base genética de nuevos estudios e identificación de poblaciones (figura 4).

Referencias

Bartley, B. 2005. *The genetic diversity of cacao and its utilization*. CABI Publishing, Reino Unido.

Cautrecasas, J. 1964. Cacao and its allies: A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Bulletin of the United States National Museum* 35:379-614.

Cheesman, E. 1944. Notes on the nomenclature, classification and possible relations hips of cacao populations. *Tropical Agriculture* 21:144-159.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. *Theobroma cacao* L. Sterculacea. Ficha informativa. En: *<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf>*, última consulta: 23 de febrero de 2018.

Cueto, J., J.F. Aguirre, L. Iracheta *et al*. 2007. *El mejoramiento del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en México*. INIFAP-campo experimental Rosario Izapa, Chiapas.

Gómez, A., J. Flores y M. Fernández. 1990. The sacred cacao groves of the Maya. *Latin American Antiquity* 1:247-257.

Knight, R. y H.H. Rogers. 1955. Incompatibility in *Theobroma cacao*. *Heredity* 9:69-77.

Lanaud, C. 1987. *Nouvelles données sur la biologie du cacaoyer Theobroma cacao L.: diversité des populations, système d´incompatibilité, haploïdes spontanés. Leurs conséquences pour l´amélioration génétique de cette espéce*. Tesis de doctorado. Université de Paris-Sud, Paris.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Livingstone, D., J.C. Motamayor, R.J. Schnell *et al.* 2011. Development of single nucleotide polymorphism markers in the *Theobroma cacao* and comparison to simple sequence repeat markers for genotyping of Cameroon clones. *Molecular Breeding* 27:93-106.

López, P. 1996. Mejoramiento genético. En: *El cacao Theobroma cacao L. en Tabasco*. P.A. López, V.H. Delgado y A. Azpeitia. (eds.). INIFAP-campo experimental Huimanguillo, Tabasco, pp. 59-96.

López, P. y M.A. Ramírez. 2010. Desarrollo vegetativo de clones mejorados de alta productividad y resistentes a la moniliasis del cacao en Cunduacán, Tabasco. En: *XXII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2010*. INIFAP/Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa, pp. 385-390.

López, P., V. Delgado, A. Azpeitia *et al.* 2005. *El cacao en Tabasco: manejo y producción*. ISPROTAB/INIFAP-campo experimental Huimanguillo, Tabasco.

López, R. 1988. *El cacao en Tabasco*. UACH, Texcoco.

López-Andrade, P. 1999. *Selección de cultivares de cacao con resistencia a Phytophtora capsici Leonian emend. Alizadeh & Tsa*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Texcoco.

López-Mendoza, R. 1983. *El cacao en Tabasco*. Tesis profesional de ingeniero agrónomo especialista en parasitología agrícola. UACH, México.

Mossu, G. 1990. *Le cacaoyer*. Maisonneuve & Larose. Agente de Coopération Culturelle et Technique-Centre technique de Coopération agricole et rurale, París.

Motamayor, J., A. Risterucci, M. Heath y C. Lanaud. 2003. Cacao domestication II: progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar. *Heredity* 91:322-330.

Motamayor, J., A. Risterucci, P. López *et al.* 2002. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* 89:380-386.

Motamayor, J., A. Risterucci, V. Laurent *et al.* 2000. The genetic diversity of criollo cacao and its consequence in quality breeding. En: *Memorias del primer congreso Venezolano del cacao y su industria*. FUNDACITE Aragua, Venezuela, pp. 33-56.

Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *The American Naturalist* 106(949):283-292.

Ortiz-García, C.F. 1996. *Etude de la diversite genetique de populations de Phytophthora pathogenes du cacaoyer (Theobroma cacao L.) et du cocotier (Cocos nucifera L.)*. Tesis de doctorado. Université Paul Sabatier-Centre de Physiologie Végétale, Francia.

Ramírez, M.A., P. López y C.G. Rodríguez. 2010. Selección de germoplasmas nativo de *Theobroma cacao* L. con tolerancia promisoria a *Moniliophthora roreri*. En: *XXII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2010*. INIFAP/Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa, pp. 390-399.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2011. Cierre de la producción agrícola por Estado. Tabasco 2010. En: ‹*http://www.siap.gob.mx*›, última consulta: 11 de diciembre 2011.

Soria, J. y G. Enríquez. 1981. *International cacao cultivar catalogue. Technical Series Bulletin 6*. CATIE/Perennial Plant Program, Costa Rica.

Touzard, J. 1993. *L´économie coloniale du cacao en Amérique centrale*. CIRAD/SAR, Montpellier.

UNPC. Unión Nacional de Productores de Cacao. 1990. *El cacao. Ciclo productivo 1988-1989*. UNPC, Villahermosa.

Vidal, E. y L. Zúñiga. 1995. Desarrollo inicial de nueve clones de cacao injertado sobre patrones clonales en San Carlos, Alajuela. *Agronomía Costarricense* 19:45-51.

West, R., N. Psuty y B. Thom. 1987. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Wood, G.A. y R.A. Lass. 1985. *Cocoa*. Lohgman Scientific & Technical, Reino Unido.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los cromosomas mitóticos del guayacán blanco *Godmania aesculifolia* (Lamiales: Bignoniaceae)

Israel de la Cruz Hernández, Lenin Arias Rodriguez, Carlos Manuel Burelo Ramos y Jeane Rimber Indy

Introducción

Tabasco se ha caracterizado como una entidad de clima húmedo con abundante vegetación que está asociada a los ecosistemas de la selva tropical (García 1988, Zavala y Castillo 2002). En ella se encuentran plantas que pertenecen a la familia Bignoniaceae (guayacanes), de las cuales se han reportado 45 especies para la entidad y, entre ellas, *Godmania aesculifolia* o guayacán blanco, reportada para los municipios Huimanguillo y Balancán (Burelo 1999). Los árboles de esta especie se caracterizan por ser pequeños a medianos, tienen altura de hasta 13 m y floración muy vistosa (figura 1); su distribución abarca desde la región tropical de Centroamérica hasta Sudamérica. Sin embargo, en un biomonitoreo reciente (Burelo 2012) sólo se reportó una población reducida de 20 árboles en el municipio Balancán, probablemente por cambios en el uso del suelo debido a actividades agrícolas-ganaderas o por el empleo del recurso como madera para diferentes propósitos (Burelo 1999).

Con base en su situación actual en la localidad, se puede considerar como especie amenazada en el estado, debido al cambio de uso de suelo a zona ganadera y agrícola, así como a la falta de estudios

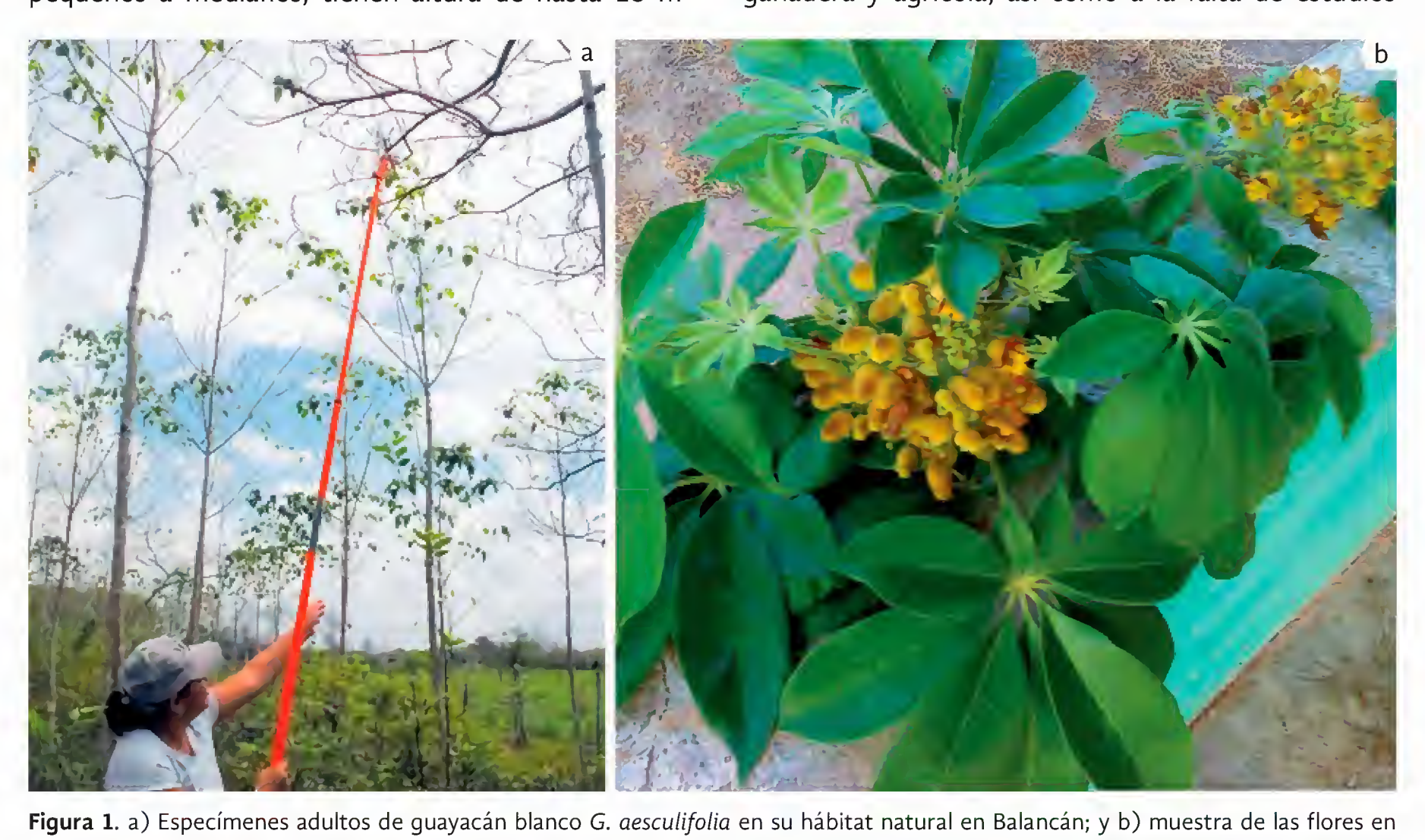


Figura 1. a) Especímenes adultos de guayacán blanco *G. aesculifolia* en su hábitat natural en Balancán; y b) muestra de las flores en posición terminal. Fotos: Sandy Nacira Baños.

De la Cruz-Hernández, I., L. Arias-Rodriguez, C.M. Burelo-Ramos y J.R. Indy. 2019. Los cromosomas mitóticos del guayacán blanco *Godmania aesculifolia* (Lamiales: Bignoniaceae). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 421-423.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sobre su biología básica que permitan integrar bases y estrategias para su conservación *in situ* y *ex situ*. De igual manera, son importantes los estudios de genética básica, como los de citogenética, para conocer la biología de la especie, el número de cromosomas, su estructura y variaciones potenciales, así como para determinar, en general, el grupo al que pertenecen algunas especies que comparten características de tipo citogenético, como la presencia de cromosomas en forma de X (birrámeos), de U invertida o monorrámeos y de puntos (microcromosomas). Estos estudios pueden mostrar las relaciones existentes entre especies dentro de un género o familia, y así descubrir el origen de híbridos naturales y variedades con potencial para cultivo (Valladolid *et al.* 2004).

A pesar de que se ha estudiado la citogenética de varias especies de Bignoniaceae, no hay reportes de investigaciones citogenéticas para el género *Godmania*. Debido a la reducción de la población de *G. aesculifolia* en la entidad, es importante ampliar los estudios de biología básica; por ello, en este estudio de caso se describe el número y la estructura cromosómica en mitosis del guayacán blanco, como fundamento para establecer programas y estrategias de conservación. Los resultados de estudios de citogenética se pueden emplear como base para programas de mejoramiento genético de la planta, ya que se requiere conocer la constitución numérica y cromosómica de la especie mediante el estudio de la división de células (índice mitótico) que también permite evaluar el ritmo de crecimiento de la planta.

Cromosomas mitóticos del guayacán blanco

Se emplearon 30 semillas procedentes de árboles adultos de *G. aesculifolia* del municipio Balancán, se les aplicó el tratamiento pregerminativo descrito por García (1990) para las preparaciones citológicas mediante el aplastado de raicillas de 0.5-1.0 cm que proceden de semillas recién germinadas, y se aplicó el procedimiento citogenético clásico para plantas. Se elaboraron 30 preparaciones cromosómicas semipermanentes y fueron fotodigitalizadas 80 dispersiones metafásicas en mitosis (figura 2).

En el estudio se determinó que en *G. aesculifolia* o guayacán blanco, el número cromosómico en mitosis es de 2n = 40 cromosomas pequeños, de tamaños variables y con morfología similar en forma de U invertida. Se estableció que el largo (longitud) promedio en micrómetros del brazo del primer par de cromosomas fue de 1.3 µm (micrómetros) y el último par cromosómico 20 es más pequeño, con longitud de 0.5 µm, todos de tipo telocéntrico (T).

La cantidad de cromosomas mitóticos encontrada corresponde a las reportadas en otros estudios de citogenética que se han realizado en algunas especies de la familia Bignoniaceae. Dichos resultados ponen en evidencia que el número cromosómico es un carácter citotaxonómico, que es común para la mayoría de los miembros de la familia, aunque en algunas especies es ligeramente heterogéneo, como pudo observarse en una especie del género *Jacaranda*, ya que presentó

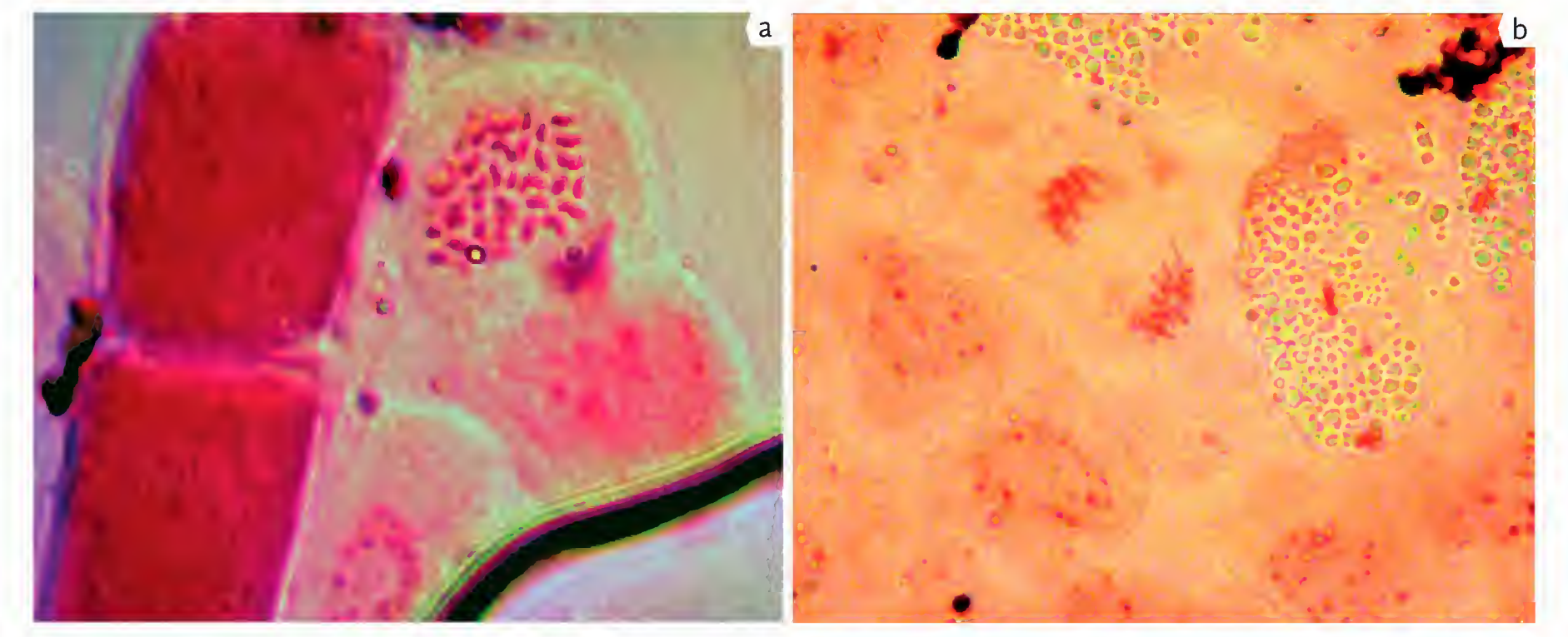


Figura 2. a) Dispersión metafásica mostrando 2n = 40 cromosomas mitóticos del guayacán blanco; y b) una célula en telofase con dos grupos de 40 cromosomas mitóticos que migran en sentido contrario. Fotos: Israel de la Cruz-Hernández.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

2n = 36 cromosomas (Piazzano 1998, Costa 2006). En el estudio hecho por Aparecida (2007) se demostró que *Tabebuia chrysotricha* presenta poliembrionia debido a que el número cromosómico en mitosis fue de 2n = 80; según el autor, este fenómeno es común en el género *Tabebuia*. Dentro de las bignoniáceas, el número de cromosomas que predomina es 2n = 40 cromosomas (Piazzano 1998, Guerra 2002). Lo anterior es congruente con lo reportado por Guerra (2002) en dos especies del género *Tabebuia*; el número cromosómico fue constante (n = 20, 2n = 40), lo que corrobora lo citado por Goldblatt y Johnson (1979, 1989) en estudios anteriores.

Los estudios indican que la especie tiene un número similar de cromosomas al que predomina en la mayoría de la familia y es importante extender la aplicación del procedimiento citogenético en varias especies de plantas del estado, con el propósito de conocer y sustentar bases para conservar fenotipos-citotipos de interés, como resistencia a enfermedades y a través del establecimiento de áreas naturales protegidas coadyuvadas con programas de reforestación, lo cual requiere del conocimiento de la biología y genética básica de las especies de interés.

Referencias

Aparecida, O.F. 2007. *Morfo-anatomía, citogenética e palinologia em espécies de ipês (Bignoniaceae)*. Tesis de doctorado. Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias en Veterinárias, Brasil.

Burelo, C.M. 1999. *Estudio taxonómico florístico de la familia Bignoniaceae del estado de Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

——. 2012. Profesor investigador de tiempo completo, Herbario de la División de Ciencias Biológicas de la UJAT, Tabasco. Comunicación personal, marzo.

Costa, R.S. 2006. *Caracterização morfológica, citogenética e molecular de espécies de Jacaranda (Bignoniaceae) cultivadas em Jaboticabal–SP*. Tesis de doctorado en genética y mejoramiento de plantas. Universidade Estadual paulista Faculdade de Ciências Agrárias en Veterinárias, Brasil.

García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía-UNAM, México.

García, V.A. 1990. *Técnicas y procedimientos de citogenética vegetal*. Colegio de Postgraduados, México.

Goldblatt, P. y D. Johnson. 1979. *Index to plant chromosome numbers*. Missouri Botanical Garden, Missouri.

——. 1989. *Index to plant chromosome numbers*. Missouri Botanical Garden, Missouri.

Guerra, A.N. 2002. *Cariología de dos especies del género Tabebuia Gomes (Bignoniaceae)*. Trabajo de maestría. Universidad de Oriente, Monagas.

Piazzano, M. 1998. Chromosome numbers of Bignoniaceae from Argentina. *Kurtziana* 26:179-189.

Valladolid, A., R. Blas y R. Gonzales. 2004. Introducción al recuento de cromosomas somáticos en raíces andinas. En: *Raíces andinas: contribuciones al conocimiento y a la capacitación*. J. Seminario (ed.). Centro Internacional de la Papa, Perú, pp. 95-100.

Zavala, C.J. y O. Castillo. 2002. Cambios de uso de la tierra en el estado de Tabasco. En: *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. Vol. II*. D.J. Palma-López y A. Triano (comp.). Colegio de Postgraduados/ISPROTAB, Villahermosa, pp. 38-56.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Especiación ecológica y origen de nuevas especies en el complejo *Poecilia mexicana* basado en estudios de genética

Francisco Javier García de León, Ingo Schlupp, Martin Plath, Rüdiger Walter Riesch y Michael Tobler

Introducción

La teoría de evolución propuesta por Darwin en 1859 estableció que el origen de las especies se debe a la selección natural; casi ochenta años después Dobzhansky (1937) y Mayr (1942) definieron a las especies y a la especiación por el criterio de aislamiento reproductivo, y ahora nadie duda de la veracidad de esta teoría (Schluter 2009). Durante la década de los sesenta del siglo pasado, la teoría universalmente aceptada para explicar el origen de las nuevas especies fue la de especiación geográfica, uno de los triunfos más notorios de la síntesis moderna de la evolución (Howard y Berlocher 1998). No obstante, los mecanismos por los cuales se originan las especies aún son tema de amplia investigación científica en biología para responder a una pregunta crucial: ¿cómo la selección natural afecta a los genes que promueven los mecanismos de aislamiento reproductivo que conducen a la especiación? (Schulter y Conte 2009). No cabe duda que aún queda mucho por entender acerca de cómo se originan las nuevas especies.

Se conoce como especiación al proceso mediante el cual algunas poblaciones de una especie se diferencian al establecer barreras contra el intercambio de genes, como consecuencia del desarrollo de mecanismos de aislamiento reproductivo (imposibilidad de tener descendencia fértil). Se trata de un fenómeno que ha ocurrido durante toda la evolución de la vida, algo así como 3 800 millones de años, por lo que resulta de suma importancia comprender este proceso para explicar la biodiversidad del planeta.

Aunque existen diversas formas de categorizar el proceso de especiación, ya sea teniendo en cuenta la distribución geográfica de los organismos o la evolución de los mecanismos de especiación, o ambas (Howard y Berlocher 1998), en este texto sólo se hará énfasis en la especiación promovida por la selección.

Según Schluter (2009), los mecanismos de especiación por selección natural se han agrupado generalmente en dos categorías: *especiación ecológica* y *especiación por mutación*. En la primera, el origen de las especies ocurre cuando diferentes subunidades de una población se adaptan a distintos ambientes o nichos ecológicos; así, la selección natural se lleva a cabo de manera divergente, actuando en direcciones contrastantes entre los ambientes, en los cuales se fijan alelos (tipos genéticos), cada uno con ventajas en un ambiente pero no en el otro. La segunda categoría sostiene que el origen de nuevas especies ocurre al azar, con la subsiguiente fijación de diferentes alelos entre poblaciones adaptadas a presiones de selección similares, y el aislamiento reproductivo que evoluciona lo hace porque las poblaciones fijan distintas mutaciones ventajosas en sus ambientes (Rundle y Nosil 2005, Schluter 2009, Schluter y Conte 2009).

Un problema central es la búsqueda de evidencias sólidas que, por un lado, permitan caracterizar y, por el otro, confirmar la existencia del proceso de especiación ecológica. Diversas evidencias han surgido de consideraciones teóricas, estudios empíricos en sistemas naturales y de experimentos de laboratorio (Rundle y Nosil 2005, Nosil *et al.* 2009). Sin embargo, la mayoría de los estudios sobre especiación ecológica en animales se enfocan a los agentes selectivos tipo biótico, como promotores de la divergencia entre poblaciones; por ejemplo, diferencias en el uso de recursos (Hatfield y Schulter 1999, Feulner *et al.* 2009), disimilitudes en riesgo de depredación (Langerhans *et al.* 2007) o exposición a diversos tipos de parásitos

García-De León, F.J., I. Schlupp, M. Plath, R. Riesch y M. Tobler. 2019. Especiación ecológica y origen de nuevas especies en el complejo *Poecilia mexicana* basado en estudios de genética. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 425-431.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(Blais *et al.* 2007). Es numerosa la literatura sobre especiación ecológica que se atribuye a los agentes selectivos abióticos en el caso de plantas (MacNair y Christie 1983, Jiménez-Ambriz *et al.* 2007), pero extremadamente escasa para los animales.

Esta revisión pone el énfasis en el análisis de cómo las poblaciones de un pez de agua dulce de Tabasco, conocido como topote del Atlántico (*Poecilia mexicana*), se diferencian mediante su adaptación a hábitats ecológicamente divergentes en cuanto a agentes de estrés abióticos, es decir, no biológicos (Plath *et al.* 2007a). Inicialmente, estas poblaciones fueron descritas por el ictiólogo mexicano Álvarez del Villar (1948; figura 1).

Poecilia mexicana

Al igual que otros poecílidos, cíclidos (mojarras) y carácidos (sardinas), el topote del Atlántico (*Poecilia mexicana*) se originó a partir de faunas neotropicales que provienen de Centro y Sudamérica (Miller *et al.* 2005). Al evolucionar, estas faunas se dispersaron y alcanzaron latitudes tan norteñas como las aguas del río Bravo en el noreste de México. Este complejo de especies se ha adaptado a numerosos ambientes tanto de ríos como lagunas y aguas subterráneas. En realidad *P. mexicana* conforma un complejo de especies con gran plasticidad genética (Ptacek y Breden 1998) y, quizá debido a esto, su taxonomía e identidad específica a lo largo de su distribución geográfica ha sido complicada (Menzel y Darnell 1973).

En el sureste de México, en un área no mayor de 5 km^2 cerca de Tapijulapa, en el municipio Tacotalpa, *P. mexicana* vive en distintos hábitats que contrastan en dos factores de selección: por un lado, ambientes con alta concentración de ácido sulfhídrico (H_2S) y, por otro, ambientes de cuevas donde predomina la ausencia de luz. En estos ambientes, el ácido sulfhídrico es de origen volcánico y natural, altamente tóxico para la mayoría de los organismos, lo que ocasiona extrema hipoxia en el agua (Evans 1967, Rosales-Lagarde *et al.* 2008). En las cuevas la ausencia de luz inhibe el uso del sentido de la visión y los individuos que ahí habitan están bajo selección para sobrellevar la incapacidad de una orientación y comunicación visual (Poulson y White 1969), especialmente si evolucionaron a partir de ejemplares de superficie con hábitos diurnos, como *P. mexicana*. En estos ambientes contrastantes, que constituyen un experimento natural, no existen barreras físicas que impidan a los peces de las cuevas moverse de un ambiente al otro (Tobler *et al.* 2006, 2008a). A pesar de que *P. mexicana* ha colonizado exitosamente estos hábitats y se mantiene aislada de manera natural, diversas poblaciones pueden cruzarse en el laboratorio (Parzefall 1979).

Figura 1. Ecotipos de *Poecilia mexicana*. a) Ejemplares fijados: individuos hembras (posición superior y media) habitantes de la Cueva del Azufre, individuo macho (posición inferior) habitante de arroyo con condiciones normales; b) individuo hembra de la Cueva del Azufre; y c) individuo macho de *P. mexicana* de ambiente natural. Fotos: F.J. García-De León (a), Martin Plath (b) y Michael Tobler (c).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Desde una perspectiva más amplia, es interesante resaltar que *P. mexicana* es conocida como una especie con muchas capacidades de dispersión y amplia distribución geográfica; sin embargo, en ciertas áreas, en las que existen ambientes extremos altamente contrastantes, puede evolucionar y originar nuevas especies. Las investigaciones llevadas a cabo por los autores durante ocho años en la zona de Tapijulapa tienen como objetivo general, analizar el proceso de especiación ecológica y se han enfocado en la dinámica de diversos mecanismos que pueden explicar las sutiles adaptaciones de las poblaciones de *P. mexicana* a diversos ambientes. Las investigaciones utilizan enfoques y metodologías diversas para estudiar la ecología de comunidades y poblaciones, la morfología, la fisiología, la etología y la genética.

Ambientes extremos

Los estudios iniciales permitieron entender el ambiente abiótico de los ecosistemas de interés. Tobler *et al.* (2006) detectaron altas concentraciones de H_2S en la Cueva del Azufre también llamada Cueva de Villa Luz o Cueva de las Sardinas, y en su afluente (superficie) alcanzando valores de 300 μM al interior de la cueva. En ambos hábitats sulfhídricos el único pez que sobrevive es *P. mexicana*, por lo que se describió como uno de los vertebrados verdaderamente extremófilos. Con el interés de conocer si estas poblaciones estaban aisladas y sin flujo genético se utilizó una batería de 10 *loci* microsatélites, con la que se confirmó una gran diferenciación genética entre las poblaciones de superficie y de la cueva, lo que llevó a pensar que se trataba de un proceso de adaptación local (Plath *et al.* 2007a). Con estos conocimientos se buscó explicar algunos mecanismos que permitieron a las poblaciones adecuarse a los factores extremos de selección. Al sugerir que tales ambientes funcionan como refugios y actúan como motores de diferenciación ecológica, la teoría indica que, en los ambientes extremos de oscuridad con alta concentración de H_2S, la competencia y depredación pueden estar reducidas, lo que confiere ventajas para la sobrevivencia. Tobler *et al.* (2007) y Tobler *et al.* (2009) confirmaron tales supuestos teóricos al comprobar que los peces de estos ambientes extremos se encontraban significativamente menos parasitados que sus contrapartes de ambientes sin H_2S y con menos depredadores. Sin embargo, Riesch *et al.* (2010a) observaron que en ambientes con alta concentración de H_2S en la superficie, la tasa de depredación por aves fue más alta porque los topotes tienen una conducta de respiración aérea para sobrellevar la hipoxia de dicho ambiente, lo que los hace más vulnerables a la depredación. Esta conducta de respiración es un fenómeno que, en su momento, representó una pregunta intrigante, por lo que mediante estudios de conducta en laboratorio y campo se demostró que *P. mexicana*, habitante en la Cueva del Azufre, muestra respiración superficial a manera de bocanadas (ASR o aquatic surface respiration por sus siglas en inglés), la cual le permite sobrevivir en tal hábitat sulfídrico (Plath *et al.* 2007b); además, estos peces emplean casi una cuarta parte de su actividad diaria en obtener oxígeno de la interfase agua-superficie mediante la conducta ASR (Plath *et al.* 2007b).

Adaptaciones relacionadas con el potencial evolutivo

Los hábitats de cuevas y sus elementos tóxicos pueden influir en las características biológicas implicadas con el potencial evolutivo de la especie. Diversos estudios de campo permitieron constatar que las hembras de los topotes de cuevas producen embriones más grandes, pero poco numerosos en comparación con los hembras que viven en superficie (Riesch *et al.* 2009a, 2010b, c), mostrando los topotes de cuevas una pobre condición corporal (Riesch *et al.* 2010c, 2011). Asimismo, se observó que esta reducción en la fecundidad está muy ligada a un componente genético. Respecto a los machos, estos muestran menor producción de espermas, posiblemente debido a que el H_2S es un tóxico, y a la limitada disponibilidad de energía en aguas sulfurosas (Franssen *et al.* 2008). Ambos resultados sugieren que la cantidad de ovocitos en las hembras y la producción de esperma han evolucionado como una respuesta plástica al medioambiente de la cueva, lo que genera un ajuste evolutivo; es decir, cambio en las características de fecundidad determinada por el tamaño y cantidad de ovocitos y esperma producidos y, por lo tanto, en la forma de usar la energía disponible en esos ambientes contrastantes. Otros estudios comparativos de conducta acerca de la búsqueda y selección de pareja permitieron acumular evidencias de cómo estos organismos de ambientes extremos han desarrollado patrones conductuales para la selección de pareja y las adaptaciones especiales de sobrevivencia en total oscuridad (Plath *et al.* 2005).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En las visitas a la zona de Tapijulapa se descubrió otra cueva denominada Cueva de Luna Azufre, que tiene como única condición extrema la ausencia de luz; aquí habita otra población que, de acuerdo con nuestros análisis genéticos, resultó diferente a la de Cueva de las Sardinas. Con dicho descubrimiento también se puso en evidencia un gradiente ambiental entre los hábitats, los cuales se diferencian por ausencia de luz y presencia de H_2S (Cueva del Azufre), ausencia de luz y de H_2S (Cueva Luna Azufre), presencia de luz y de H_2S (arroyo Azufre), y presencia de luz y ausencia de H_2S (arroyo natural), de acuerdo con Plath *et al.* (2007a) y Tobler *et al.* (2008a; figura 2).

En los estudios se concluyó que el tipo de hábitat fue el factor que explicó las diferencias genéticas medidas por medio de marcadores neutrales. En el cuadro 1 se muestran las diferencias en morfología, fisiología, conducta, expresión de genes y en caracteres de historia de vida de las cuatro poblaciones de topote. Todas estas características han sido de crucial importancia en la adaptación local de los ecotipos viviendo en los distintos ambientes de aquella región de Tabasco.

Los estudios sugieren que la adaptación a condiciones ambientales divergentes conlleva a un aislamiento reproductivo. Al menos en parte, el aislamiento reproductivo parece ser mediado por la selección natural y sexual contra los inmigrantes, sea por la reducida sobrevivencia de los peces no adaptados a ambientes sulfhídricos o por una selección de pareja por parte de las hembras, donde éstas sólo seleccionan machos de los mismos ecotipos (Tobler *et al.* 2008c, 2009). Además, las diferencias genéticas detectadas en estudios anteriores se mantienen a pesar de eventos estocásticos, como los huracanes que provocan grandes inundaciones en la zona, lo que facilita la mezcla de individuos de diferentes hábitats. Esto se pudo comprobar con un estudio que se llevó a cabo después del huracán del otoño de 2007, con lo cual se detectó que el tipo de hábitat (superficie-no H_2S, superficie-con H_2S y cueva-con H_2S), y no la distancia geográfica entre los hábitats, fue la mejor descripción para explicar la diferenciación genética observada. La virtual ausencia de individuos con genotipos recombinantes entre los hábitats ecológicamente diferentes

Figura 2. Ambientes extremos donde habita *P. mexicana* cerca de Tapijulapa, Tabasco. Oscuridad con H_2S = Cueva del Azufre; oscuridad sin H_2S = Cueva Luna Azufre; luz con H_2S = arroyo azufre; luz sin H_2S = arroyo Cristal (natural). Fotos: F.J. García-De León.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Diferencias en diversos caracteres entre los ecotipos de *Poecilia mexicana* habitantes de ambientes extremos en Tabasco.

Variables	Caracteres	Cueva del Azufre	Cueva Luna Azufre	Arroyo azufre	Arroyo normal
Morfología					
	Otolitos (sáculo)[1]	Más pesados y *sulcus* más profundo, contorno intermedio	ND	Menos pesados y *sulcus* menos profundo, contorno rugoso	Menos pesados y *sulcus* menos profundo, contorno liso
	Tamaño del ojo, cabeza, filamentos branquiales y cuerpo[2,3]	Ojos reducidos, cabeza y filamentos grandes, cuerpo esbelto	Ojos reducidos, cabeza y filamentos grandes, cuerpo esbelto	Ojos grandes, cabeza y filamentos pequeños y cuerpo robusto	Ojos grandes, cabeza y filamentos pequeños, cuerpo robusto
	Pigmentación[4]	Reducida	Reducida	Normal	Normal
Fisiología					
	Percepción del sonido[1]	Otolitos mejor adaptados	ND	Otolitos más ligeros menos adaptados	Otolitos más ligeros menos adaptados
Conducta					
	Agresividad y agrupamiento[4]	Reducida	ND	ND	Normal
	Acoso sexual[5]	No	ND	No	Sí
	Respiración en la superficie del agua[6]	Sí	No	Sí	No
Genética					
	Flujo genético microsatélites y citocromo b del ADN mitocondrial[2,7]	No entre los diferentes hábitats. Bidireccional al interior de la cueva	No entre los diferentes hábitats	No entre los diferentes hábitats	No entre los diferentes hábitats
	Expresión de opsinas[8]	Reducida	ND	ND	Normal
Caracteres de historia de vida					
	Fecundidad[9]	Muy reducida	Reducida	Reducida	Normal
	Tamaño de los embriones[9]	Muy grande	Grande	Grande	Normal

Condiciones: Cueva del Azufre = ausencia de luz y presencia de H_2S; cueva Luna Azufre = ausencia de luz y de H_2S; arroyo azufre = presencia de luz y de H_2S; arroyo normal = condición normal en arroyo natural; ND = sin datos.

Fuente: [1]Schulz-Mirbach *et al.* 2008, [2]Tobler *et al.* 2008a, [3]Fontanier y Tobler 2009, [4]Parzefall 2001, [5]Plath *et al.* 2003, [6]Plath *et al.* 2007b, [7]Plath *et al.* 2007a, [8]Tobler *et al.* 2010, [9]Riesch *et al.* 2010c.

confirma la idea de una fuerte selección contra los emigrantes (Plath *et al.* 2010). Una generalización que puede enunciarse a la luz de estas investigaciones es que, en *P. mexicana*, la especiación ecológica debida a factores ambientales extremos conduce a formar nuevas especies; además, dicho proceso no es afectado por perturbaciones estocásticas temporales, como los huracanes.

Otras especies muestran adaptaciones similares

En el rango geográfico estudiado, *P. mexicana* se encuentra en un proceso de especiación ecológica y, quizá, este proceso apenas esté en etapas iniciales. Se han reportado otras especies de poecilidos que comparten ambientes extremos sulfhídricos semejantes, como *Gambusia sexradiata*, *G. eurystoma* y *P. sulphuraria* (Tobler *et al.* 2008b) que muestran evolución paralela y convergente en algunos caracteres de importancia en el potencial evolutivo, respecto a *P. mexicana* (Riesch *et al.* 2009b, 2010c, 2010d). Así, el proceso de especiación ecológica es, al parecer, un fenómeno extendido en los peces vivíparos de la familia Poeciliidae de Tabasco. Los estudios filogenéticos, incluyendo las anteriores cuatro especies, hacen suponer que las especies han invadido independientemente los ambientes extremos (Tobler *et al.* 2011).

Finalmente, es pertinente mencionar que, en la entidad, estos peces vivíparos pueden convertirse en modelos biológicos ideales para estudiar los mecanismos involucrados en la divergencia adaptativa, plasticidad fenotípica y especiación ecológica. Dado que los factores de estrés ambiental (ausencia de luz, concentración de formas sulfhídricas e hipoxia) parecen ser los motores que conducen a las divergencias observadas, las investigaciones subsecuentes probablemente estarán encaminadas a identificar los genes responsables de dichas adaptaciones. Especial interés reviste valorar si estos peces pueden transformarse en objeto de estudio para confirmar o rectificar hipótesis en un área de la

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

investigación activa en biología evolutiva, que trata de explicar la divergencia en las adaptaciones y la plasticidad fenotípica, mediante un proceso conocido como epigénesis, en la que los factores responsables del aislamiento pos-cigótico motor de la especiación, pueden explicarse por mecanismos alternativos a los procesos mendelianos clásicos (Jablonka y Lamb 2002, 2007).

Referencias

Álvarez del Villar, J. 1948. Descripción de una nueva especie de *Mollienisia* capturada en Baños del Azufre, Tabasco (Pisces, Poeciliidae). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 5:275-281.

Blais, J., C. Rico, C. Van Oosterhout y J. Cable. 2007. MHC Adaptive divergence between closely related and symptric African cichlids. *PLoS One* 2(8):e734.

Dobzhansky, T.G. 1937. *Genetics and the origin of species*. Columbia University Press, Nueva York.

Evans, C. 1967. The toxicity of hydrogen sulphide and other sulphides. *Quarterly Journal of Experimental Physiology* 52:231-248.

Feulner, P.G.D., M. Plath, J. Engelmann *et al*. 2009. Magic trait electric organ discharge (EOD)-dual function of electric signals promotes speciation in African weaky electric fish. *Communicative and Integrative Biology* 2:329-331.

Fontanier, M.E. y M. Tobler. 2009. A morphological gradient revisited: cave mollies vary not only in eye size. *Environmental Biology of Fishes* 86:385-292.

Franssen, C.M., M. Tobler, R. Riesch *et al*. 2008. Sperm production in an extremophile fish, the cave molly (*Poecilia mexicana*, Poeciliidae, Teleostei). *Aquatic Ecology* 42:685-693.

Hatfield, T. y D. Schluter. 1999. Ecological speciation in sticklebacks: environment-dependent hybrid fitness. *Evolution* 53:866-873.

Howard, D.J. y S.H. Berlocher. 1998. *Endless forms: species and speciation*. Oxford University Press, Nueva York.

Jablonka, E. y M.J. Lamb. 2002. Epigenetic inheritance in evolution. *Journal of Evolutionary Biology* 11:159-183.

——. 2007. The expanded evolutionary synthesis: a response to Godfrey-Smith, Haig, and West-Eberhard. *Biology & Philosophy* 22:453-472.

Jiménez-Ambriz, G., C. Petit, I. Bourrié *et al*. 2007. Life history variation in the heavy metal tolerant plant *Thlapis coerulescens* growing in a network of contaminated and noncontaminated sites in southern France; role of gene flow, selection and phenotypic plasticity. *New Phytologist* 173:199-215.

Langerhans, R.B., M.E. Gifford y E.O. Joseph. 2007. Ecological speciation in Gambusia fish. *Evolution* 61:2056-2074.

MacNair, M.R. y P. Christie. 1983. Reproductive isolation as a pleiotropic effect of copper tolerance in *Mimulus guttatus*. *Heredity* 50:295-302.

Mayr, E. 1942. *Systematic and the origin of species*. Columbia University Press, Nueva York.

Menzel, B.W. y R.M. Darnell. 1973. Systematics of *Poecilia mexicana* (Pisces: Poeciliidae) in Northern Mexico. *Copeia* 2:225-237.

Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. University of Chicago Press, Chicago.

Nosil, P., L.I. Harmon y O. Seehausen. 2009. Ecological explanations for (incomplete) speciation. *Trends in Ecology and Evolution* 24:145-156.

Parzefall, J. 1979. Zur Genetik und biologischen Bedeutung des Agressionsverhaltens von *Poecilia sphenops* (Pisces, Poecillidae). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 50:399-422.

——. 2001. A review of morphological and behavioural changes in the cave molly, *Poecilia mexicana*, from Tabasco, Mexico. *Environmental Biology of Fishes* 62:263-275.

Plath, M., J. Pazefall e I. Schlupp. 2003. The role of sexual harassment in cave and surface dwelling populations of the Atlantic molly, *Poecillia mexicana* (Poeciliidae, Teleostei). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 54:303-309.

Plath, M., K.U. Heubel, F.J. García de León e I. Schlupp. 2005. Cave molly females (*Poecilia mexicana*, Poeciliidae, Teleostei) like well-fed males. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 58:144-151.

Plath, M., S. Hauswaldt, K. Moll *et al*. 2007a. Local adaptation and pronounced genetic differentiation in an extremophile fish, *Poecilia mexicana*, from a Mexican cave with toxic hydrogen sulfide. *Molecular Ecology* 16:967-976.

Plath, M., M. Tobler, R. Riesch *et al*. 2007b. Survival in an extreme habitat: the roles of behavior and energy limitation. *Naturwissenschaften* 94:991-996.

Plath, M., B. Hermann, C. Schröder *et al*. 2010. Locally adapted fish populations maintain small-scale genetic differentiation despite perturbation by catastrophic flood event. *BMC Evolutionary Biology* 10:256.

Poulson, T.L. y B.W. White. 1969. The cave environment. *Science* 165:971-981.

Ptacek, M.B. y F. Breden. 1998. Phylogenetic relationships among the mollies (Poeciliidae: Poecilia: *Mollienesia* group) based on mitochondrial DNA sequences. *Journal of Fish Biology* 53:64-81.

Riesch, R., I. Schlupp, M. Tobler y M. Plath. 2009a. Offspring number in a livebearing fish (*Poecilia mexicana*, Poeciliidae): reduced fecundity and reduced plasticity in a population of cave mollies. *Environmental Biology of Fishes* 88:89-94.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Riesch, R., V. Duwe, N. Hermann *et al.* 2009b. Variation along the shy-bold continuum in extremophile fishes (*Poecilia mexicana*, *P. sulphuraria*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63:1515-1526.

Riesch, R., A. Oranth, J. Dzienko *et al.* 2010a. Extreme habitats are not refuges: poeciliids suffer from increased aerial predation risk in sulphidic southern Mexican habitats. *Biological Journal of the Linnaean Society* 101:417-426.

Riesch, R., M. Plath, I. Schlupp y E. Marsh-Matthews. 2010b. Matrotrophy in the cave molly: an unexpected provisioning strategy in an extreme environment. *Evolutionary Ecology* 24:789-801.

Riesch, R., M. Plath y I. Schlupp. 2010c. Toxic hydrogen sulfide and dark caves; life history adaptations to extreme environments in a livebearing fish (*Poecilia mexicana*, Poeciliidae). *Ecology* 91:1494-1505.

Riesch, R., M. Plath, F.J. García de León y I. Schlupp. 2010d. Convergent life-history shifts: toxic environments result in big babies in two clades of poeciliids. *Naturwissenschaften* 97:133-141.

Riesch, R., M. Plath y I. Schlupp. 2011. Toxic hydrogen sulphide and dark caves: pronounced male life-history divergence among locally adapted *Poecilia mexicana* (Poeciliidae). *Journal of Evolutionary Biology* 24:596-606.

Rosales-Lagarde, L., A. Campbell, P.J. Boston y K.W. Stafford. 2008. Sulfur and oxygen isotopes: evidence of H_2S spring sources, southern Mexico. *Geochimca et Cosmochimca Acta* 72:A805.

Rundle, H.D. y P. Nosil. 2005. Ecological speciation. *Ecology Letters* 8:336-252.

Schluter, D. 2009. Evidence of ecological speciation and its alternative. *Science* 323:737-741.

Schluter, D. y G.L. Conte. 2009. Genetics and ecological speciation. *Proceedings of the National Academy of Science* 106:9955-9962.

Schulz-Mirbach, T., C. Stransky, J. Schlickeisen y B. Reichenbacher. 2008. Differences in otolith morphologies between surface and cave-dwelling populations of *Poecilia mexicana* (Teleostei, Poeciliidae) reflect adaptations to life in an extreme habitat. *Evolutionary Ecology Research* 10:537-558.

Tobler, M., I. Schlupp, K.U. Heubel *et al.* 2006. Life on the edge: Hydrogen sulfide and the fish communities of a Mexican cave and surrounding waters. *Extremophiles* 10:577-585.

Tobler, M., I. Schlupp, F.J. García de León *et al.* 2007. Extreme habitats as refuge from parasite infections. Evidence from extremophile fish. *Acta Oecologica* 31:270-275.

Tobler, M., T.J. DeWitt, I. Schlupp *et al.* 2008a. Toxic hydrogen sulfide and dark caves: phenotypic and genetic divergence across two abiotic environmental gradients in *Poecilia mexicana*. *Evolution* 62:2643-2659.

Tobler, M., R. Riesch, F.J. García de León *et al.* 2008b. Two endemic and endangered fishes, *Poecilia sulphuraria* and *Gambusia eurystoma* (Poeciliidae, Teleostei), as only survivors in a small sulfidic habitat. *Journal of Fish Biology* 72:1-11.

Tobler, M., I. Schlupp y M. Plath. 2008c. Does divergence in female mate choice affect male size distribution in two cave fish populations? *Biology Letters* 4:452-454.

Tobler, M., R. Riesch, C.M. Tobler *et al.* 2009. Natural and sexual selection against immigrants maintains differentiation among micro-allopatric populations. *Journal of Evolutionary Biology* 22:2298-2304.

Tobler, M., S.W. Coleman, B.D. Perkins y G.G. Rosenthal. 2010. Reduced opsin gene expression in a cave-dwelling fish. *Biology Letters* 6:98-101.

Tobler, M., M. Palacios, L.J. Chapman *et al.* 2011. Replicated phenotypic differentiation in livebearing fish inhabiting sulfidic springs. *Evolution* 65:2213-2228.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Microcromosomas "B" en la sardina (*Astyanax aeneus*)

Alain Lois D´artola Barceló, Lenin Arias Rodriguez, Salomón Páramo Delgadillo y Jeane Rimber Indy

Introducción

Las sardinas o characiformes comprenden un grupo muy diverso de peces dulceacuícolas pequeños que, en algunas especies, son coloridos y se distribuyen en los trópicos y subtrópicos del continente americano. En México sólo habitan tres especies: *Astyanax mexicanus*, *A. aeneus* y *A. altior* (Miller *et al*. 2005); la única representativa del grupo en Tabasco es *A. aeneus* (figura 1).

Las características biológicas que destacan de las sardinas son la tolerancia a hábitats variables (dulceacuícolas, salobres y cavernícolas) y su morfología versátil, por ello los caracteres merísticos y morfométricos son flexibles en cada población (Lozano-Vilano y Contreras-Balderas 1990, Paulo-Maya 1994). Citogenéticamente (o desde el estudio de los cromosomas) se ha observado que las sardinas tienen amplia variación morfológica y numérica en sus cromosomas. Dan cabida a diversas fórmulas cariotípicas en una sola especie, en la que la cantidad de cromosomas metacéntricos, submetacéntricos, telocéntricos y subtelocéntricos pueden variar de manera interpoblacional (variación entre poblaciones) e intrapoblacional (variación dentro de una población), aunado a la presencia variable de macrocromosomas y microcromosomas tipo "B" (Moreira-Filho y Bertollo 1991, Kavalco y Moreira-Filho 2003). Las variaciones a nivel cromosómico son el reflejo de la diversidad genética, así como del efecto que los vertidos (contaminantes orgánicos e inorgánicos) sobre los cuerpos de agua que son resultado de las actividades antropogénicas. Por ello, los estudios de citogenética de poblaciones contribuyen al diagnóstico de anomalías del complemento cromosómico, pero también a la identificación de razas cariotípicas o citotipos especiales, zonas de hibridación y cromosomas sexuales, entre otros.

Figura 1. Espécimen adulto de *A. aeneus*. Foto: Alain Lois D´artola Barceló.

Citogenética en *Astyanax aeneus*

En el caso de las sardinas mexicanas, se reportan pocos estudios de citogenética, uno de ellos es en *A. aeneus* a partir de cuerpos de agua de los municipios Centro, Tacotalpa y Teapa (D´artola-Barceló 2009). El estudio analiza la presencia de cromosomas, similares en frecuencia a los de otras especies de sardinas en Sudamérica. La observación y análisis de las dispersiones metafásicas en mitosis de especímenes de *A. aeneus* que provienen de Centro, Teapa y Tacotalpa mostró la presencia de elementos cromáticos muy pequeños (≤ 1.0 µm) en comparación con los cromosomas normales (≥ 2.0 µm) y con forma de puntos gramaticales (figura 2). Los atributos de tamaño y forma señalados son características típicas de los denominados microcromosomas tipo "B" (Jones y Rees 1982).

De acuerdo con los análisis de 1 070 dispersiones metafásicas de las tres localidades, se concluyó que la frecuencia de microcromosomas tipo "B" varió de uno a

D´artola-Barceló, A.L., L. Arias-Rodriguez, S. Páramo-Delgadillo y J.R. Indy. 2019. Microcromosomas "B" en la sardina (*Astyanax aeneus*). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 433-435.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ocho en dependencia de los sitios de recolecta (cuadro 1), siendo notoria la menor ocurrencia de 2.05% en el arroyo tributario del río Oxolotán (de uno a cinco cromosomas "B") que se ubica en los alrededores de Tapijulapa, municipio Tacotalpa, en dicho arroyo se observó menos perturbación antropogénica por la ausencia de asentamientos humanos (figura 2a).

De la recolección de especímenes en la laguna del Pueblo de la Villa Luis Gil Pérez, municipio Centro, se registró frecuencia de 2.43% (de uno a cinco microcromosomas "B"), sitio en el que se observó evidente contaminación por descargas de aguas negras (figura 2b y cuadro 1).

Mientras tanto, en los especímenes del arroyo Ignacio Allende de la Ranchería (segunda sección) del mismo nombre, municipio Teapa, se observó frecuencia de 12.5% de microcromosomas "B" (de uno a ocho). Dicho arroyo tiene profundidad no mayor a 80 cm con descargas continuas de aguas negras desde el cárcamo de la comunidad, lo que indicó presencia de contaminación elevada y correspondencia con la mayor frecuencia del número de microcromosomas "B" (figura 2c y cuadro 1).

Los resultados del estudio indicaron que hubo diferencias significativas (X^2, $P < 0.05$) al incrementar la cantidad y frecuencia de microcromosomas "B" respecto al sitio de recolecta (el más elevado fue el arroyo Ignacio Allende y el más bajo el arroyo de Tapijulapa), así como los índices de contaminación antropogénica subjetivos que mostraron los cuerpos acuáticos analizados. Los resultados encontrados en este estudio estuvieron acordes con lo observado en otros estudios de organismos acuáticos; por ejemplo, el señalado para los cíclidos del amazonas *Cichla monoculus*, *Cichla* sp. y *Crenicichla reticulata* (Feldberg *et al.* 2004). Es importante que los estudios

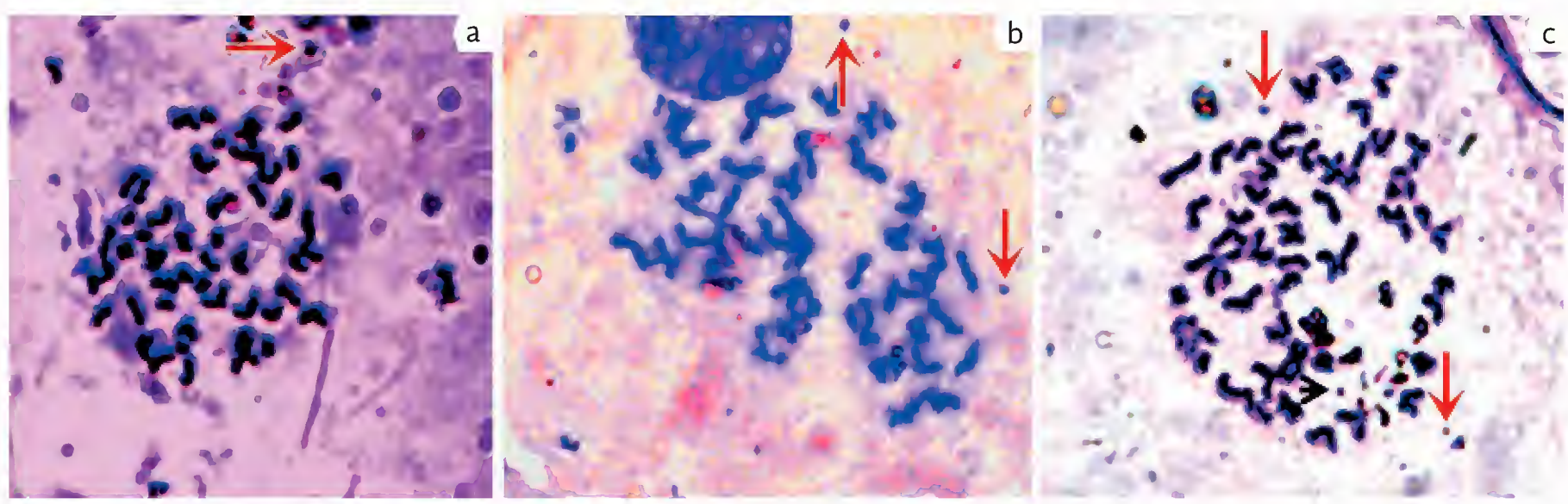


Figura 2. Las flechas indican la presencia de microcromosomas "B" en: a) arroyo de Tapijulapa, en el municipio Tacotalpa; b) laguna del Pueblo en el municipio Centro; y c) arroyo en el municipio Teapa. Fotos: Alain Lois D´artola Barceló.

Cuadro 1. Frecuencia de cromosomas "B" en *A. aeneus* de tres localidades del estado.

Localidad	Cromosomas "B"		Sexo (N)	Dispersiones cromosómicas con cromosomas "B"									Total
	Ausencia	Presencia											
Laguna del Pueblo													
			♀ (1)	37	0	0	1	0	0	0	0	0	
	31	11	♂ (5)	118	7	2	0	2	1	0	0	0	265
			? (5)	73	12	9	2	1	0	0	0	0	
Arroyo Ignacio Allende													
			♀ (8)	115	26	10	11	2	3	2	5	2	
	31	19	♂ (3)	77	19	27	12	5	3	2	1	0	750
			? (8)	355	33	16	11	6	4	3	0	0	
Tributario del río Oxolotán													
			♀ (4)	10	4	4	2	0	0	0	0	0	
	11	7	♂ (2)	14	0	1	3	0	1	0	0	0	55
			? (1)	9	4	1	2	0	0	0	0	0	
Total	**110**												**1 070**
Número de cromosomas "B"				0	1	2	3	4	5	6	7	8	

N = número de especímenes, ? = especímenes sin sexo definido. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de citogenética se extiendan en varias especies acuáticas con el fin de identificar especies susceptibles de emplearse como organismos modelo, para estudios de genotoxicología y evaluación de la calidad de los cuerpos de agua de la región.

Referencias

D´artola-Barceló, A.L. 2009. *Caracterización citogenética de la sardina de agua dulce Astyanax aeneus (Pisces: Characidae)*. Tesis de licenciatura en ecología. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Feldberg, E., J.I.R. Porto, M.N. Alves-Brinn *et al.* 2004. B chromosomes in Amazonian cichlid species. *Cytogenetic and Genome Research* 106:195-198.

Jones, R.N. y H. Rees. 1982. *B chromosomes*. Academic Press, Londres.

Kavalco, K.F. y O. Moreira-Filho. 2003. Cytogenetic analysis of four species of the genus *Astyanax* (Pisces: Characidae) from the Paraíba do sul River Basin. *Caryologia* 56:453-461.

Lozano-Vilano, M.L. y S. Contreras-Balderas. 1990. *Astyanax armandoi*, n. sp. from Chiapas, México (Pisces, Ostariophsy: Charaidae) with a comparison to the nominal species *A. aeneus* and *A. mexicanus*. *Universidad y Ciencia* 7(14):95-107.

Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2005. *Freshwater fishes of México*. University of Chicago Press, Chicago.

Moreria-Filho, O. y L.A.C. Bertollo. 1991. *Astyanax scabripinnis* (Pisces, Characidae): a species complex. *Revista Brasileira de Genética* 14:331-357.

Paulo-Maya J. 1994. *Análisis morfométrico del género Astyanax (Pisces: Characidae) en México*. IPN, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio genético del robalo *Centropomus undecimalis* basado en marcadores microsatelitales

Ulises Hernández Vidal, Julia María Lesher Gordillo, Wilfrido Miguel Contreras Sánchez y Xavier Chiappa Carrara

Introducción

El golfo de México abarca varios estados de la república mexicana (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán). Se caracteriza por la presencia de pesquerías de varios recursos marinos que incluyen a los peces, crustáceos y moluscos; entre estos recursos, el robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) representa una de las pesquerías artesanales y deportivas más importantes en la región, incluyendo las costas de Estados Unidos. El robalo blanco es considerado una de las especies de mayor valor económico y alimenticio debido a la calidad de su carne (figuras 1 y 2; McMichael *et al.* 1989, Taylor *et al.* 2000, Perera-García *et al.* 2011). En México, los estados con mayor volumen de captura son Veracruz, Tabasco y Campeche, lo que ha ocasionado una fuerte presión en sus poblaciones, con lo que se alcanza el máximo nivel sustentable de acuerdo con la Carta Nacional Pesquera del 2006 (CONAPESCA 2006).

El robalo se reproduce en la zona costera, las larvas y crías ingresan a estuarios y posteriormente pasan a los ríos (Tringali y Bert 1996, Tringali *et al.* 1999). En dichos ecosistemas ocurre parte de su desarrollo juvenil y adulto gracias a su capacidad adaptativa. Se desconoce el tiempo de residencia de los diferentes estadios de vida en cada sitio y si los ejemplares que se localizan en la costa y en zonas alejadas en agua dulce pertenecen a la misma población genética. Esta situación implica que se reproduzcan entre ellos y que exista un grado de parentesco o, por el contrario, que se presenten impedimentos porque pertenezcan a poblaciones genéticas distintas para que se lleve a cabo el flujo de genes entre especímenes de ambos

Figura 1. El robalo es un producto de alto valor económico en las zonas de distribución en el país. Foto: Ulises Hernández.

Figura 2. El robalo se considera un trofeo muy apreciado en competencias de pesca deportiva en el sur de México. Foto: Ulises Hernández.

Hernández-Vidal, U., J.M. Lesher-Gordillo, W.M. Contreras-Sánchez y X. Chiappa-Carrara. 2019. Estudio genético del robalo *Centropomus undecimalis* basado en marcadores microsatelitales. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 437-438.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ecosistemas. En Tabasco se capturan ejemplares adultos del robalo blanco en las costas de Centla y en el río San Pedro en Balancán y Tenosique, con separación aproximada de 200 km. A continuación se presentan los resultados de un estudio hecho con la intención de conocer la diversidad y relación genética entre especímenes de ambos ecosistemas.

Métodos y resultados

Se recolectaron muestras de tejido durante el 2010 y 2011 para extraer y purificar ADN por el método tradicional basado en el empleo de tiocinato de guanidina (Trizol, Sigma-Aldrich México). Dicho material fue utilizado como base para su amplificación mediante la técnica de biología molecular llamada reacción en cadena de la polimerasa (PCR), para lo cual fueron empleados iniciadores de marcadores genéticos de tipo microsatelital, previamente desarrollados para la especie por Seyoum *et al*. 2005 (figura 3).

Los resultados genotípicos revelaron ausencia de evidencias alélicas para establecer diferencias genéticas entre los individuos de los ecosistemas estudiados. Esto pudiera indicar que los robalos pertenecen a la misma población genética y viajan desde las costas de Centla hasta el río San Pedro en Balancan y Tenosique de ida y vuelta, y bajo esta consideración se desconoce el número de viajes que realizan.

Figura 3. Gel de agarosa mostrando los productos de PCR de dos marcadores (Cun09 y Cun10A) de ADN extraído de tejido muscular de *C. undecimalis* (MM: marcador de peso molecular). Foto: Ulises Hernández.

Conclusión y recomendaciones

Debido a que aparentemente el río representa el medio de conexión entre los robalos de ambos sitios, la conservación de este cauce es valiosa para la especie y representa un hábitat importante para su desarrollo en las diferentes etapas del ciclo de vida. Además, el hacer uso de estos sitios a lo largo de su vida sugiere que la especie puede desempeñar alguna función en el ecosistema, probablemente al fungir como un depredador en niveles altos de la cadena alimenticia. Son necesarios estudios adicionales para confirmar estos resultados, así como para definir el grado de diferenciación genética entre los robalos de otros ríos de Tabasco, con el fin de desarrollar estrategias que permitan conservar la especie y su hábitat.

Referencias

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2006. Carta Nacional Pesquera. INAPESCA/SAGARPA, México.

McMichael, R.H. Jr., K.M. Peters y G.R. Parsons. 1989. Early life history of the snook, *Centropomus undecimalis*, in Tampa Bay, Florida. *NE Gulf Science* 10:113-126.

Perera-García, M., M. Mendoza-Carranza, W.M. Contreras-Sánchez *et al*. 2011. Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. *Revista de Biología Tropical* 59(2):669-681.

Taylor, R.G., J.A. Whittington, H.J. Grier y R.E. Crabtree. 2000. Age, growth, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of Florida. *Fish Bulletin* 98:612-624.

Tringali, M.D. y T.M. Bert. 1996. The Genetic stock structure in common snook *(Centropomus undecimalis). Canadian Journal Fisheries Aquatic Science* 53:974-984.

Tringali, M.D., T.M. Bert y S. Seyoum. 1999. Genetic identification of centropomine fishes. *Transactions of American Society* 1(8):446-458.

Seyoum, S., M.D. Tringali y G.C. Sullivan. 2005. Isolation and characterization of 27 polymorphic microsatellite loci for the common snook, *Centropomus undecimalis. Molecular Ecology Notes* 5:924-927.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Patrones de variación de color en el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*)

Gabriel Márquez Couturier, Lenin Arias Rodriguez y Carlos Alfonso Álvarez González

Introducción

En los peces teleósteos se ha identificado una variedad de patrones de coloración asociada a genes que, en condiciones naturales, se trasmiten a la descendencia por las reglas básicas de dominancia y recesividad. Es importante conocer los cambios en el patrón típico de coloración de una especie de pez, sobre todo si será adaptada al cautiverio para ser empleada en la producción masiva mediante prácticas acuícolas. Nuevos patrones de coloración o nuevos colores pueden derivarse por endogamia (homocigosis) entre los progenitores, por lo cual es necesario hacer este tipo de estudios, ya que permiten identificar variaciones congénitas hereditarias, como es el caso del albinismo, que se presenta en muchas especies animales, vegetales y es de carácter autosómico recesivo. Dicho evento es equiparable a la inactivación en el tejido cutáneo y ocular producido por la enzima tirosinasa o monofenol oxigenasa involucrada en la síntesis de melanina (Braasch *et al*. 2008).

Variación de color en *Atractosteus tropicus*

El color de los peces es muy diverso, y en muchas especies cumple funciones reproductivas durante el apareamiento, protección y selección natural, la cual es regulada por fuerzas evolutivas moduladas por uno o varios genes. En el caso del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), desde la descripción original y hasta los trabajos posteriores de redescripción, no se ha reportado coloración diferente al de fondo verde olivo ligeramente grisáceo con manchas o lunares oscuros en el cuerpo (figura 1a). En los pejelagartos, familia de los lepisosteidos, no hay evidencias documentadas recientemente de variaciones en los patrones de coloración.

Las expediciones de la Real Sociedad en la Nueva España (1785-1803) colectaron a un pez al que llamaron *pejelagarto* (Miller *et al*. 2005), y en sus exploraciones no identificaron variaciones en los patrones de coloración, como lo registraron con otros peces. En Tabasco el pejelagarto ha sido parte de la dieta tradicional de sus habitantes y del consumo de turistas, su captura se lleva a cabo todo el año sin control, a lo que se suma el deterioro de su hábitat, por lo que sus poblaciones silvestre están disminuyendo, situación que afecta su ciclo de vida y disponibilidad (Márquez 2002).

Para contribuir a resolver este problema se han desarrollado metodologías para reproducirlo en cautiverio (Gómez y Márquez 2000, Hernández-Vidal 2002, Martínez 2007, Méndez 2008, Hernández 2009, Aguilar 2010), con lo que se ha logrado la producción masiva de juveniles y, en algunos casos, son cultivados hasta alcanzar la edad reproductiva cerrando el ciclo de vida (Márquez 2011).

De los desoves en cautiverio se ha separado, principalmente, una cantidad reducida de especímenes que muestran colores atípicos y deformidades anatómicas: ausencia de ojos, hocico desviado y aletas atrofiadas. Debido a su baja tasa de sobrevivencia, sólo se ha logrado mantener vivos hasta la talla de reproducción de pocos especímenes; entre los que llegan a la etapa adulta se encuentran hembras y machos con pigmento negro que cubre la totalidad de las aletas (melanóforos), mientras que pequeños lunares cafés cubren la región superior media del cuerpo sobre un fondo blanco que existe en la mayor parte del cuerpo (figura 1b, c).

Un espécimen macho mostró el cuerpo cubierto por un fondo oscuro intenso debido a la expansión de

Márquez-Couturier, G., L. Arias-Rodriguez y C.A. Álvarez-González. 2019. Patrones de variación de color en el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 439-441.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

células negras (melanóforos), situación conocida como *hipermelanosis* (figura 1d). Durante el primer evento reproductivo de los especímenes con tales patrones de coloración se observó nula sobrevivencia por el alto porcentaje de anormalidades en los embriones y larvas. En eventos reproductivos posteriores se identificó poca capacidad de reproducción, probablemente por las anomalías en la estructura gonádica, lo que impide la producción y liberación de gametos viables.

La identificación de patrones de coloración atípica puede ser un indicador para alertar sobre la ocurrencia de endogamia asociada a la ausencia de un programa de manejo genético para el pejelagarto producido en cautiverio. Los adultos en condición homocigota con fenotipo de color albino muestran baja capacidad reproductiva (figura 2). Estas alteraciones del color no se asemejan a patologías nutricionales descritas en larvas de peces cuando la expresión del pigmento se atribuye a la acción de algún ácido graso esencial (ácido araquidónico 20:4n - 6) en la dieta (Sánchez 2005, Villalta 2007).

Existe la posibilidad de que se presente un fenómeno similar en condiciones naturales; sin embargo, los portadores de patrones de coloración atípicos son más vulnerables a la depredación y a morir por la falta de cuidados especiales, como los proporcionados en cautiverio. Estudios de selección asistida por marcadores moleculares y técnicas de selección clásica podrían dar pauta a comprender mejor las leyes que rigen la genética del pejelagarto, así como a establecer líneas puras con interés no sólo en acuicultura, también en ciencia básica.

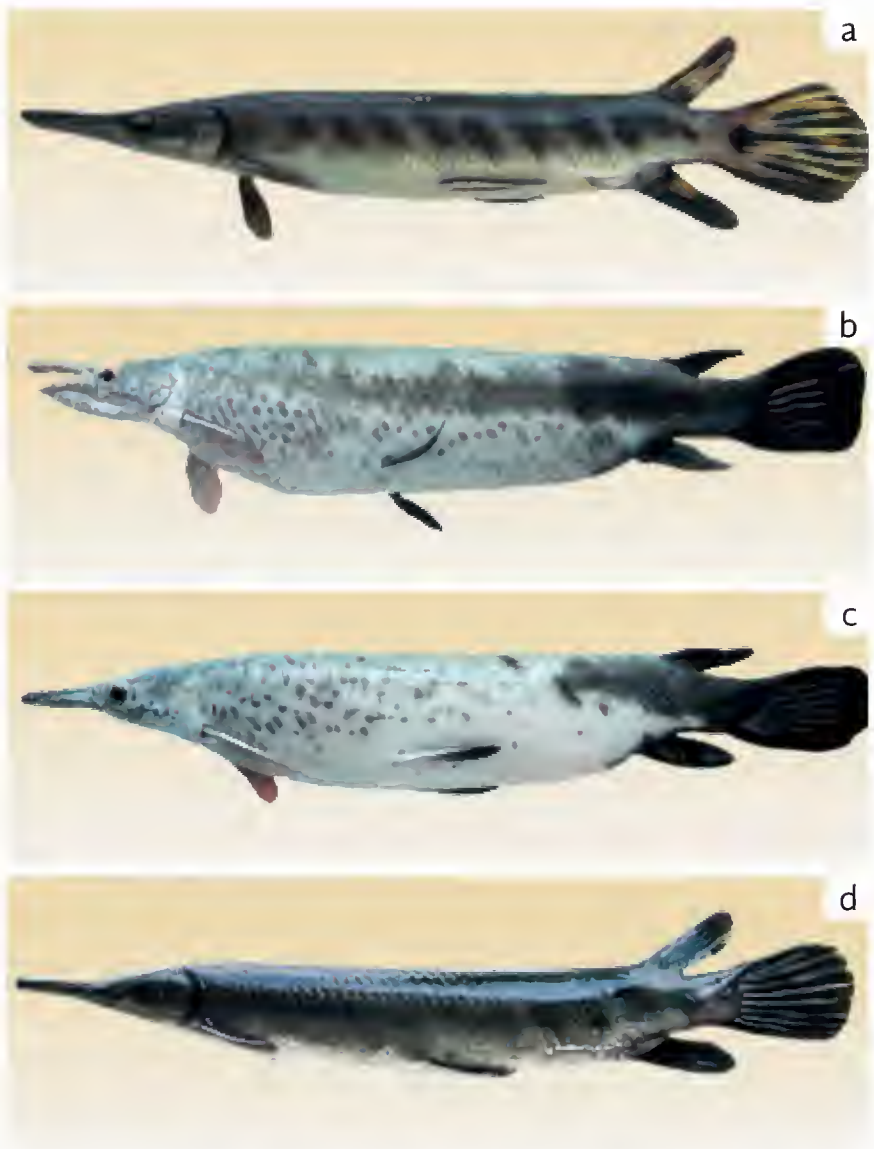


Figura 1. Especímenes adultos de pejelagarto que muestran patrones de coloración variados, desde: a) el color silvestre común, b) blanco altamente moteado, c) blanco ligeramente moteado, y d) completamente negro. Fotos: Gabriel Marquez Couturier.

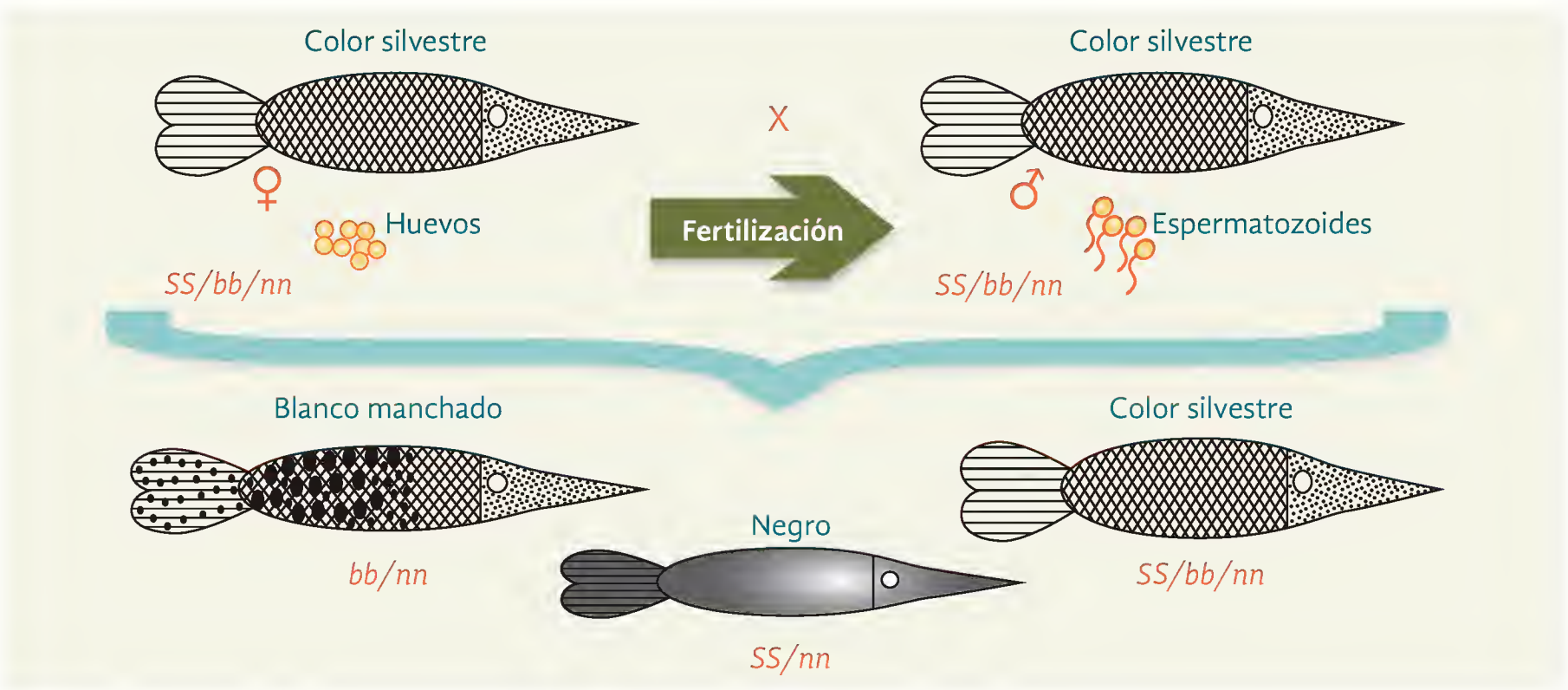


Figura 2. Diagrama hipotético que muestra el probable origen de los alelos que determinan variaciones de color en pejelagartos. Fuente: elaborado por Lenin Arias Rodriguez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Aguilar, T.F. 2010. *Sincronización del desove del pejelagarto Atractosteus tropicus en condiciones de laboratorio*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Braasch, I., J.N. Volff y M. Schartl. 2008. The evolution of teleost pigmentation and the fish-specific genome duplication. *Journal of Fish Biology* 73:1891-1918.

Gómez, A. y C.G. Márquez. 2000. Inducción al desove del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) (Gill 1823) mediante la aplicación del Ovaprin-C. En: *Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México*. UJAT, Tabasco.

Hernández-Vidal, U. 2002. *Identificación del sexo y evaluación de la inducción hormonal en el pejelagarto Atractosteus tropicus*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Hernández, G.S. 2009. *Inducción al desove del pejelagarto Atractosteus tropicus mediante el uso de implantes hormonales GnRH-a*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Márquez, C.G. 2002. Estudio poblacional y estrategias para el uso sostenible del recurso pejelagarto *Atractosteus tropicus* en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Informe final. Fondo de investigación para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla/UJAT, Tabasco.

——. 2011. Producción por acuicultura sustentable de pejelagarto en Comalcalco, Tabasco. Informe técnico MEX/SGP/OP4/Y3/RAF/2009/22. Programa de Pequeñas Donaciones/FMAM/PNUD-Otot IBAM, Tabasco.

Martínez, G.R. 2007. *Ciclo anual de la vitelogenina plasmática en pejelagarto Atractosteus tropicus*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Méndez, M.O. 2008. *Estudio morfológico del ciclo ovárico y testicular del pejelagarto Atractosteus tropicus en el Estado de Tabasco*. Tesis de maestría. UJAT, Tabasco.

Miller, R.R., W.L. Mincley y S.M. Norris. 2005. *Freshwater fishes of México*. The University of Chicago Press, Chicago.

Sánchez, C.J.C. 2005. *Efecto del ácido araquidónico (20:4n - 6) en la pigmentación, parámetros productivos e índice de anguiliformidad del puye (Galaxias maculatus, Jenyns, 1842)*. Tesis licenciatura. Universidad Católica de Temuco, Chile.

Villalta, C.M. 2007. *Requerimientos nutricionales en ácidos grasos esenciales y organogénesis de la larva del lenguado senegales Solea senelegensis (Kap, 1858)*. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona, España.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Expresión de enzimas digestivas en peces y crustáceos nativos

Carlos Alfonso Álvarez González, Lenin Arias Rodriguez, Leysi Mariela Arévalo Galán, Dariel Tovar Ramírez, Enric Gisbert, Leticia Arena Ortíz, Martha Guerrero Olazarán, José María Viader Salvadó, Jeane Rimber Indy, Teresa de Jesús Manríquez Santos, Talhía Martínez Bruguete, Gloria Gertrudys Asencio Alcudia y José Alberto Aguilar Briseño

Introducción

Desde el origen de la vida, una de las incógnitas más estudiadas ha sido el entendimiento del metabolismo para comprender la acción de las enzimas y los mecanismos que controlan su síntesis. La síntesis de proteínas se divide en dos partes: la primera es la transcripción, que implica la acción de la ARN polimerasa, la cual lee la hebra antisentido del ADN y crea una copia de la hebra madre en forma de ARN que, en el caso de organismos eucariotas, requerirá la limpieza (*splicing*) de las zonas de intrones (o no codificables) y la unión de las zonas de exones (codificables). La cadena de ARN resultante pasa a la segunda etapa llamada traducción en la que, a partir del ARN mensajero (ARN_m), es transportado al retículo endoplasmático rugoso, donde los ribosomas lo atrapan sintetizando la proteína que en ese momento requiere la célula (Primose y Twyman 2006). Las enzimas son proteínas globulares capaces de catalizar reacciones metabólicas cuya función es afectada directamente por errores transcripcionales, postranscripcionales, traduccionales o postraduccionales. La Comisión de la Unión Internacional de Bioquímica dividió las enzimas en seis grupos (Lehninger 1995, Mathews y Van Holde 1998):

1. Óxido reductasas: catalizan reacciones de oxidación-reducción.
2. Transferasas: catalizan transferencias de grupos funcionales entre moléculas.
3. Hidrolasas: catalizan rupturas hidrolíticas.
4. Liasas: catalizan eliminaciones de un grupo o adiciones a un grupo a un doble enlace u otras rupturas que implican un reordenamiento electrónico.
5. Isomerasas: catalizan reordenamientos intramoleculares.
6. Ligasas: catalizan reacciones en las que se unen dos moléculas.

Estudio de la expresión de tripsina en tenguayaca

La tenguayaca (*Petenia splendida*) es una especie de pez de alto potencial para la acuacultura en el sureste de México. Sus larvas presentan un sistema digestivo bien desarrollado desde la eclosión, con poca capacidad enzimática digestiva (Treviño *et al.* 2010, Uscanga *et al.* 2011), por lo que el crecimiento de la especie para esta etapa es lento, lo que puede deberse al uso inadecuado de alimentos o a la baja expresión de las enzimas digestivas. Por eso, este estudio tiene como objetivo determinar la expresión del gen de la tripsina durante el desarrollo temprano de *P. splendida* usando la técnica de reacción de cadena de polimerasa en tiempo real qRT-PCR, con miras a usarla como indicador del estado nutricional durante su cultivo. Las enzimas, como la tripsina, son peptidasas que rompen los enlaces peptídicos de las proteínas durante la digestión molecular, hidrolizando los péptidos en sus componentes estructurales básicos, conocidos como aminoácidos.

Los resultados mostraron que la expresión del ADN complementario de tripsina fue detectada un día antes de la eclosión, lo que equivale a dos días post fertilización (DPF), mientras que en el momento de la eclosión (día cero después de la eclosión, DDE), la expresión máxima del gen se detectó en los días 3 y 23 DDE (5 y 25 DPF), y disminuía para el

Álvarez-González, C.A., L. Arias-Rodriguez, L.M. Arévalo-Galán, D. Tovar-Ramírez, E. Gisbert, L. Arena, M. Guerrero-Olazarán, J.M. Viader, J.R. Indy, T. Manríquez, T. Martínez-Bruguete, G.G. Asencio-Alcudia y J.A. Aguilar Briseño. 2019. Expresión de enzimas digestivas en peces y crustáceos nativos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. II. CONABIO, México, pp. 443-447.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

día 28 DDE (figura 1). Por otra parte, el análisis de similitud mostró que el gen de tripsina de *P. splendida* tiene una secuencia de nucleótidos muy similar (conservativo) con relación a una amplia cantidad de especies (figura 2), lo que lo ubica dentro del grupo de los cíclidos (Arévalo 2009). Estos resultados demuestran que, al estar presente la expresión de este gen, la acción de la enzima es directa sobre la hidrólisis de las proteínas endógenas y exógenas desde la eclosión, y se incrementa en relación con el desarrollo, donde se observa una disminución en su expresión, posiblemente ocasionada por el incremento de la expresión y actividad de la pepsina (principal proteasa digestiva del estómago).

Estudio de los genes de tripsina y lipasa en robalo blanco

El robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) es una de las especies de peces marinos más importantes en el golfo de México, por el alto consumo que actualmente presenta; sin embargo, su producción pesquera no logra cubrir la demanda actual en nuestro país. Por tal motivo, desde hace varios años se han llevado a cabo investigaciones para cultivarlos dado el problema que implica la producción de peces juveniles a partir del larvicultivo (Jiménez-Martínez *et al*. 2012), por lo que se investigaron los genes de tripsina y lipasa (enzima digestiva encargada de la hidrólisis de enlaces éster de los lípidos saponificables) durante el desarrollo larvario de *C. undecimalis*, con el fin de comprender la presencia y acción de estos genes en el sistema digestivo de las larvas y juveniles. Los resultados mostraron que el gen de lipasa tiene gran similitud con el gen de corvina (*Pagrus major*), mientras que para el gen de tripsina se encontraron grandes similitudes comparadas con otras especies de peces marinos (cuadro 1). Por su parte, el gen de tripsina muestra gran cercanía desde el punto de vista de su secuencia con peces como el mero (*Epinephelus coiodes*) y la lobina europea (*Dicentrarchus labrax*), lo que implica que, para potenciar su cultivo, es necesario desarrollar alimentos específicos o el uso de alimentos comerciales para peces marinos (figura 3).

Amplificación del gen de tripsina de la pigua

México cuenta con una gran cantidad de especies de importancia comercial, como el langostino nativo o pigua (*Macrobrachium carcinus*), por lo que ha surgido el interés por estudiarlo en el ámbito bioquímico y molecular. En el hepatopáncreas de esta especie se encuentra la tripsina, que tiene actividad catalítica óptima a un pH de 8.0 y una temperatura óptima de 42°C (Manríquez-Santos 2009); sin embargo, desde el punto de vista molecular, se desconoce la acción de su gen, por lo que se amplificó el ADN complementario (ADN_c) de tripsina de *M. carcinus*, con el objetivo de comprender su

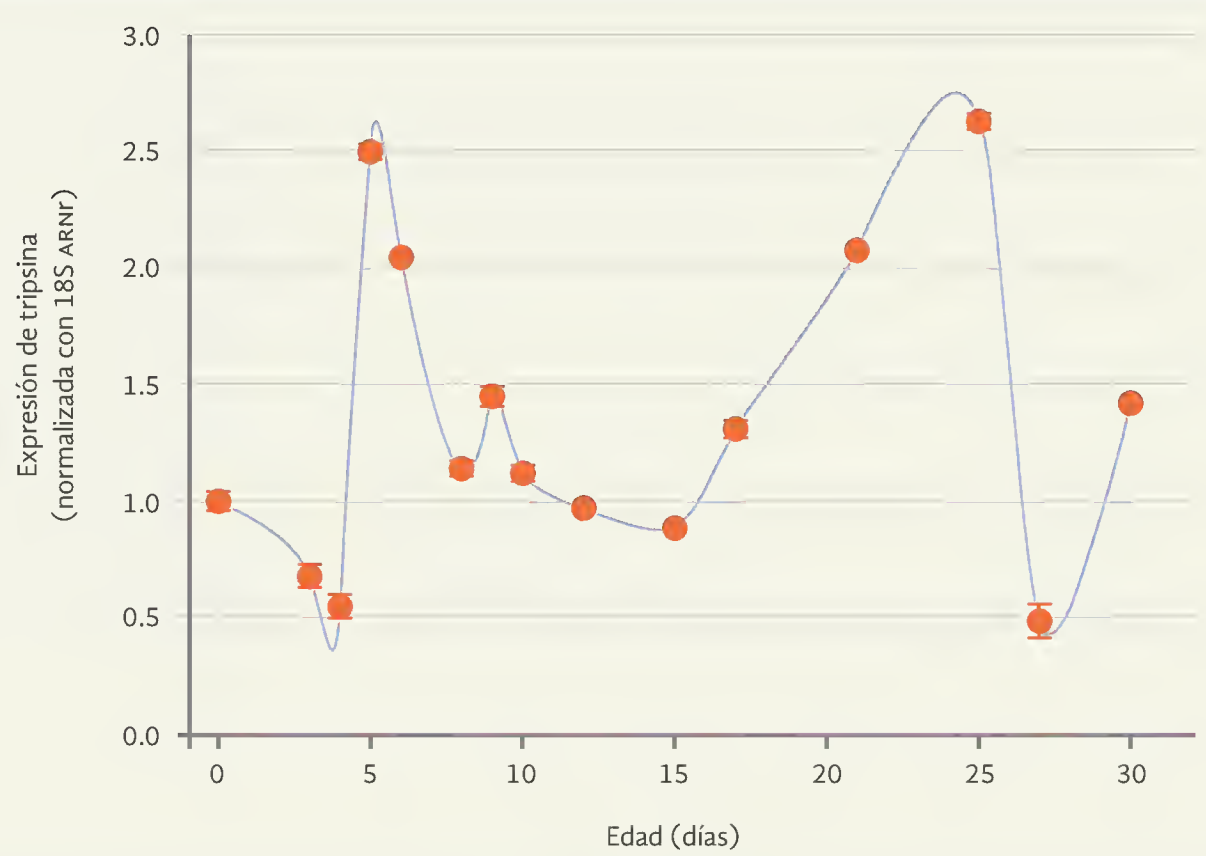


Figura 1. Expresión relativa del gen de tripsina durante los primeros 28 DDE de la *P. splendida*. Fuente: Arévalo 2009.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

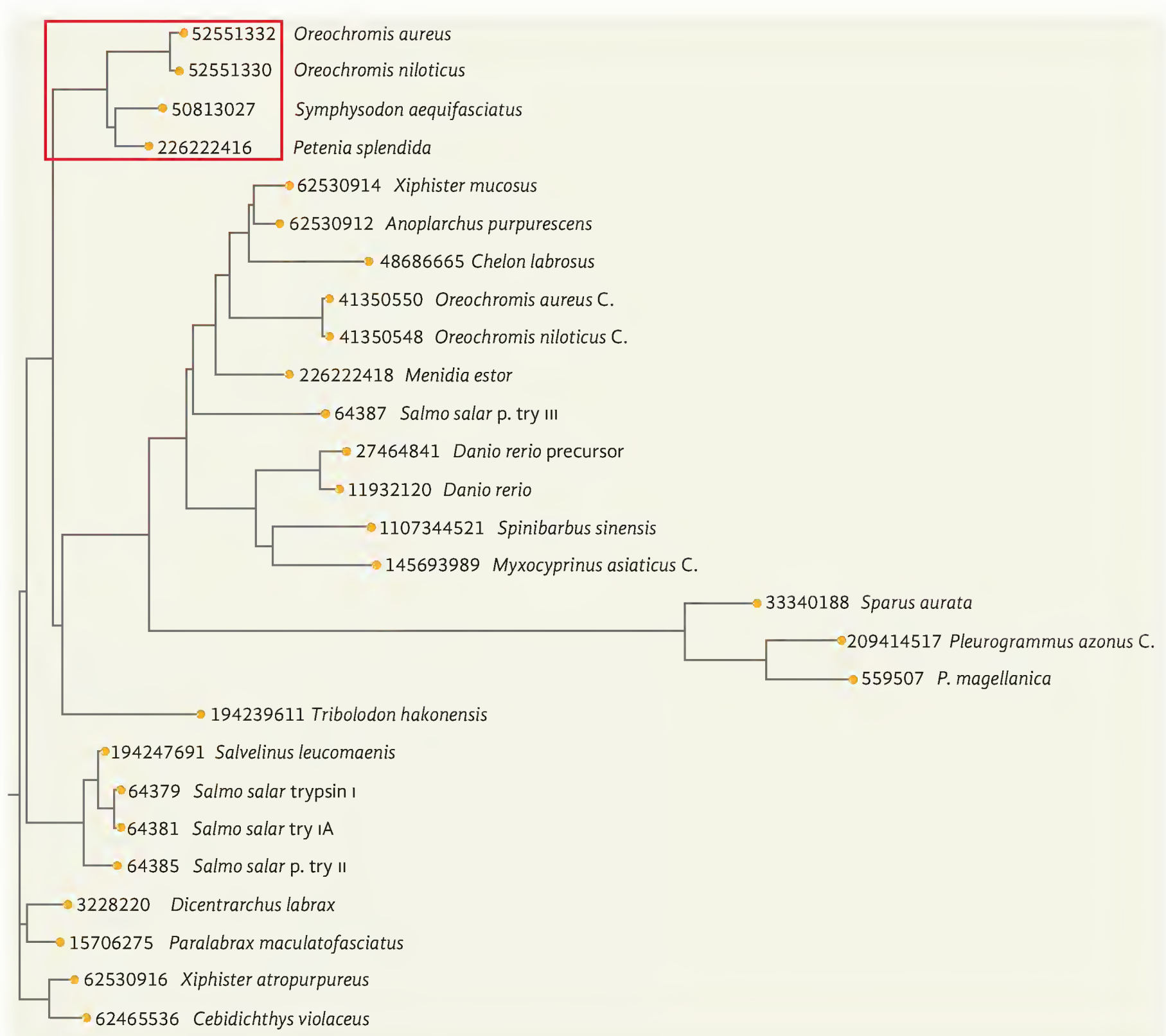


Figura 2. Dendrograma, resultado del pre alineamiento del análisis de similitud, en el que se muestra la relación del gen de tripsina en diferentes especies de peces. Fuente: Arévalo 2009.

secuencia, afinidad y acción en comparación con las detectadas en otras especies de crustáceos. Con la alineación de la secuencia obtenida por 3´ RACE, los resultados muestran un bajo porcentaje de similitud en relación con las secuencias de tripsina de otras especies de crustáceos (cuadro 2). Así, se considera que, para esta especie, es atípico el gen que codifica a la tripsina-tripsinógeno, por lo que resulta imprescindible profundizar en los aspectos específicos de este gen que pudiera tener aplicación como proteína recombinante o en su uso como suplemento alimenticio en dietas para crustáceos.

Conclusión

Aunque aún están en desarrollo los estudios relacionados con el entendimiento de expresión de los genes para enzimas digestivas en especies nativas de Tabasco, pueden ser utilizados como herramientas filogenéticas en la conservación del germoplasma y en la mejora de las condiciones de cultivo, como indicadores de problemas nutricionales y diseño de alimentos balanceados en el cultivo de tales especies; sin embargo, estos estudios deben complementarse con otras aproximaciones, como el uso de herramientas bioquímicas e histológicas, entre otras.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Alineamiento de la secuencias de lipasa y tripsina en *C. undecimalis*.

Especie	Similitud (%)
Lipasa	
Pagrus major ARN$_m$ para lipasa pancreática, cds parcial	90
Mus musculus ARN$_m$ para lipasa pancreática relacionada a proteína 1	56
Gallus gallus ARN$_m$ para lipasa pancreática, cds parcial	45
Tripsina	
Takifugu rubripes ARN$_m$ para tripsinógeno, cds parcial	95
Siniperca chuatsi ARN$_m$ para tripsinógeno 1, cds completo	94
Solea senegalensis ARN$_m$ para tripsinógeno 1b, cds completo	94
Pleurogrammus azonus ARN$_m$ para tripsina, cds completo	94
Solea senegalensis ARN$_m$ para tripsinógeno 1c, cds completo	94
Sparus aurata ARN$_m$ para tripsinógeno, cds completo	94
Paralichthys olivaceus ARN$_m$ para tripsinógeno 2, cds parcial	94
Sparus aurata ARN$_m$ para precursor tripsinógeno II, cds completo	94
Dissostichus mawsoni ARN$_m$ del clon 25 para el precursor tripsinógeno, cds completo	93
Solea senegalensis ARN$_m$ para tripsinógeno 1a, cds completo	93
Tautogolabrus adspersus ARN$_m$ para retripsinógeno, cds completo	93
P. magellanica ARN$_m$ para tripsina	93
Paralichthys olivaceus ARN$_m$ para tripsinógeno 1, cds completo	92
Epinephelus coioides ARN$_m$ para tripsinógeno 1a, cds parcial	91

Fuente: Alvarez-González *et al.* 2010.

Cuadro 2. Porcentajes de similitud del gen de tripsina de *M. carcinus* en relación con las secuencias de otros crustáceos.

Especie	Similitud (%)
Lepeophtheirus salmonis	48
Marsupenaeus japonicas	42
Portunus pelagicus	34
Lepeophtheirus salmonis	35
Penaeus vannamei tripsina gen 2	29
Penaeus vannamei tripsina gen 1	32
P.vannamei ARN$_m$ para tripsina	43
Pacifastacus leniusculus	38
Paralithodes camtschaticus	38
Fenneropenaeus chinensis gen 4	41
Fenneropenaeus chinensis gen 1	20

Fuente: Manríquez-Santos 2012.

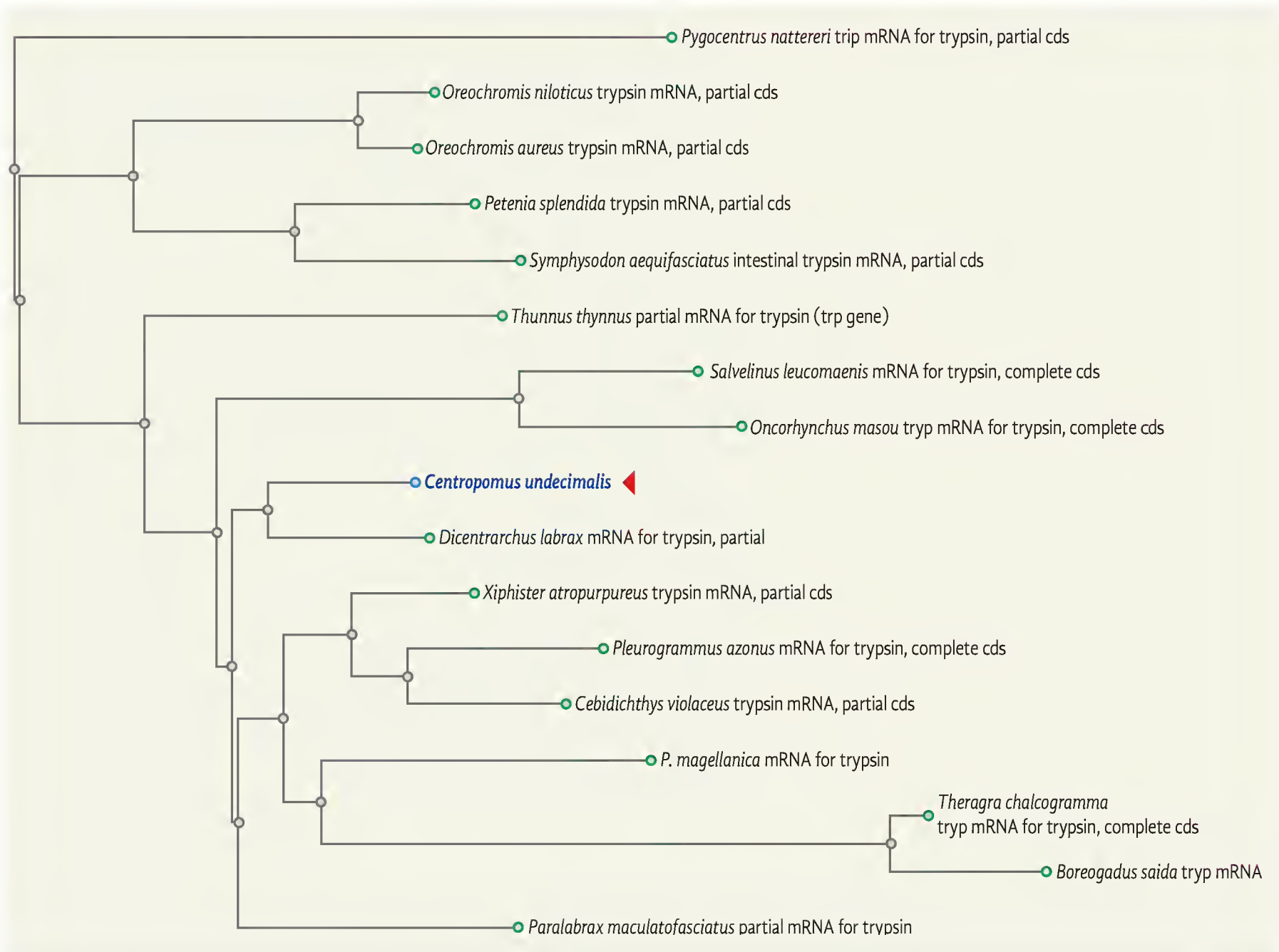


Figura 3. Dendograma resultado del macheo en el BLAST para el gen de tripsina de *C. undecimalis*. Fuente: Alvarez-González *et al.* 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Alvarez-González, C.A., G. Gaxiola-Cortés, L.D. Jiménez-Martínez *et al*. 2010. Avances en la fisiología digestiva del robalo blanco *Centropomus undecimalis*. En: *Avances en nutrición acuícola x. Memorias del x Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Nuevo León.

Arévalo, L.M. 2009. *Expresión del gen de tripsina durante la ontogenia inicial de la mojarra tenguayaca Petenia splendida*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Jiménez-Martínez, L.D., C.A. Álvarez-González, D. Tovar-Ramírez *et al*. 2012. Digestive enzyme activities during early ontogeny in Common snook (*Centropomus undecimalis*). *Fish Physiology and Biochemistry* 38:441-454.

Lehninger, A.L. 1995. *Bioquímica*. Omega, Barcelona.

Manríquez-Santos, T.S. 2009. *Caracterización de enzimas digestivas y digestibilidad in vitro de adultos de la pigua Macrobrachium carcinus*. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar, Puerto Escondido.

Manríquez-Santos, T.S. 2012. *Síntesis del* ADN$_c$ *del gen de tripsina de adultos de la pigua Macrobrachium carcinus*. Tesis de maestría. UJAT, Tabasco.

Mathews, C.K. y K.E. Van Holde. 1998. *Bioquímica*. Mc Graw-Hill Interamericana, Madrid.

Primose, S.B. y R.M. Twyman. 2006. *Principles of gene manipulation and genomics*. Blackwell Publishing, Reino Unido.

Treviño, L., C.A. Álvarez-González, N. Perales-García *et al*. 2010. A histological study of the organogenesis of the digestive system in bay snook *Petenia splendida* Günther, 1862 from hatching to the juvenile stage. *Journal of Applied Ichthyology* 27:73-82.

Uscanga, A., N. Perales-García, C.A. Álvarez-González *et al*. 2011. Changes on digestive enzyme activity during initial ontogeny of bay snook *Petenia splendida*. *Fish Physiology and Biochemistry* 37:667-680.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Los cromosomas de la herpetofauna nativa

Javier Hernández Guzmán, Lenin Arias Rodriguez, Jeane Rimber Indy, Salomón Páramo Delgadillo y George Shigueki Yasui

Estudios desarrollados:

Son escasos los estudios de citogenética hechos en anfibios y reptiles de Tabasco, a pesar de la amplia biodiversidad herpetofaunística que existe. Es necesario estudiar y conocer la composición y estructura de los cromosomas de la herpetofauna local para identificar y monitorear la salud genética de sus poblaciones. En este sentido, los estudios se restringen, en primera instancia, al sapo común *Chaunus marinus*, especie que fue muy abundante en el estado. En esta especie se caracterizó el número y la estructura cromosómica de especímenes recolectados en el poblado Brisas del Carrizal, municipio Nacajuca, en la zona habitacional Villa Parrilla II y en Villa Luis Gil Pérez, ambas del municipio Centro (Hernández-Guzmán 2009).

El estudio evidenció variaciones en la estructura cariotípica de las tres poblaciones examinadas; asimismo, confirmó la presencia del número modal diploide (o conjunto de cromosomas de las células mitóticas) de 2n = 22 y el haploide (o conjunto de cromosomas contenidos en las células gaméticas secundarias) de 1n = 11 cromosomas. Mientras tanto, un espécimen hembra de la población Villa Luis Gil Pérez mostró contenido cromosómico triploide con 3n = 33 cromosomas. El estudio también reveló variaciones en la estructura cariotípica de los especímenes de las tres localidades, como los siguientes ejemplos:

1. En Brisas del Carrizal se observaron cariotipos (modelo citológico que permite organizar los cromosomas basado en su tamaño y forma) en mitosis con 14 cromosomas de morfología birrámea de tipo "X" y ocho cromosomas monorrámeos con morfología de "U" invertida, mientras que en meiosis siete cromosomas de morfología birrámea y cuatro monorrámeos fueron observados.
2. En la localidad Villa Parrilla II, en mitosis, se observaron 10 cromosomas birrámeos y 12 cromosomas monorrámeos; en meiosis se observaron cinco cromosomas birrámeos y seis cromosomas monorrámeos.
3. En Villa Luis Gil Pérez, en mitosis, se observaron 22 cromosomas birrámeos y 11 cromosomas monorrámeos.

Las variaciones cromosómicas identificadas son un atributo que se deriva, probablemente, de la amplia diversidad genética de la especie en la región, lo que constituye un punto de partida para investigaciones futuras apoyadas en estudios de genética molecular.

Por otra parte, también se ha analizado el complemento cromosómico de la rana grillo (*Dendropsophus microcephalus*) en especímenes de los alrededores de Villa Parrilla II (Hernández-Guzmán *et al.* 2010). Dicho estudio identificó 2n = 30 y 1n = 15 cromosomas de tipo monorrámeo; sin embargo, por la carencia de especímenes no se estableció la presencia o ausencia de cromosomas sexuales.

Otra especie de anfibio común entre la herpetofauna autóctona de Tabasco es el sapo espinoso (*Incilius valliceps*), con especímenes recolectados en Villa Parrilla y en Villa Luis Gil Pérez (Hernández-Guzmán *et al.* 2010). Los autores identificaron la condición diploide de 12 cromosomas birrámeos y 10 monorrámeos. Aspectos significativos fueron las evidencias de una probable presencia de cromosomas sexuales y de un mecanismo de determinación sexual XY que es mediado por el macho de la especie.

Una especie poco común en Tabasco es la lagartija gecko bandeado o *Coleonyx elegans,* de la que se

Hernández-Guzmán, J., L. Arias-Rodriguez, J.R. Indy, S. Páramo-Delgadillo y G.S. Yasui. 2019. Los cromosomas de la herpetofauna nativa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 449-451.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

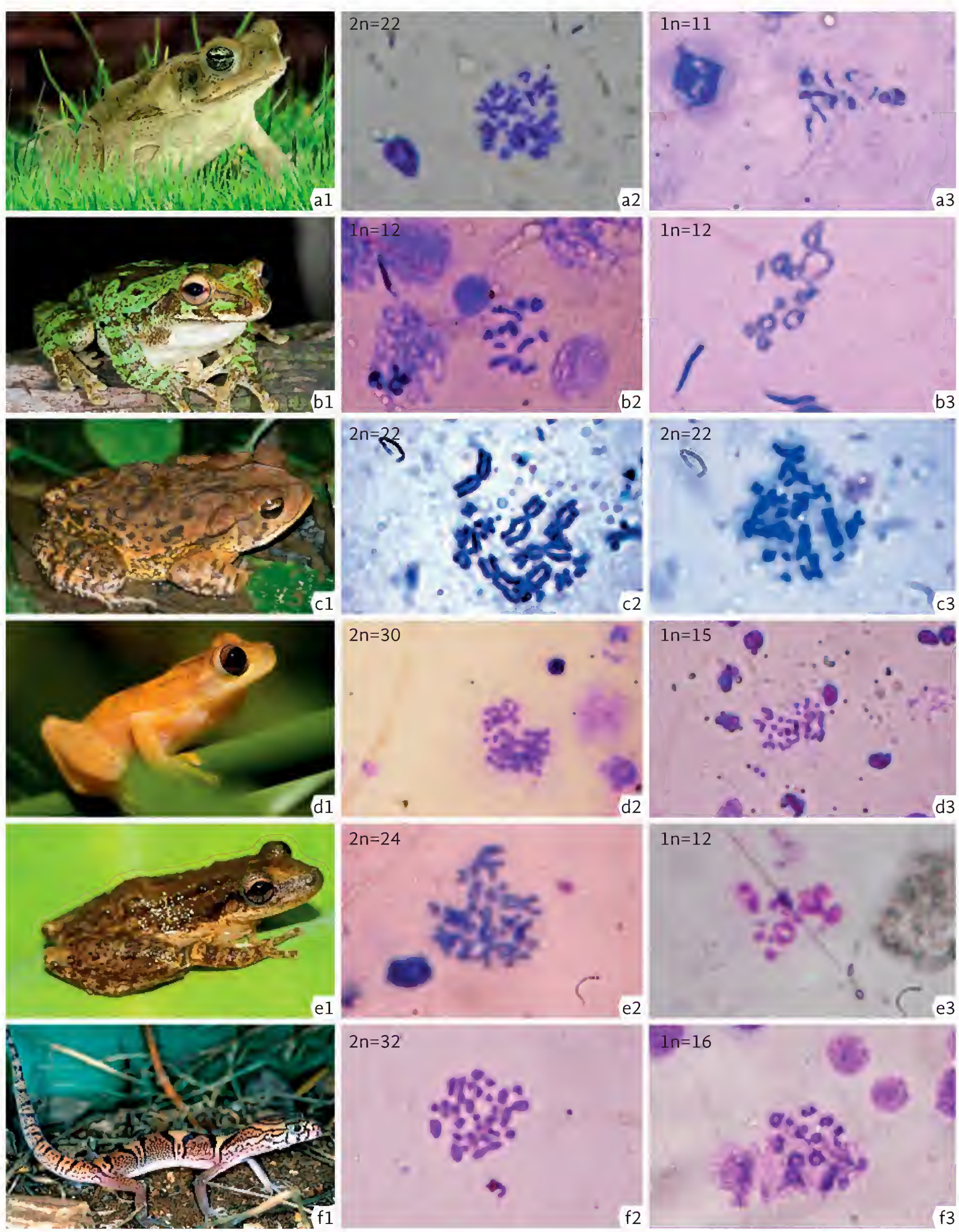


Figura 1. Dispersiones cromosómicas en mitosis (2n) y meiosis (1n) representativas de sapo común (*Chaunus marinus*; a1-a3), rana arborícola (*Smilisca baudinii*; b1-b3), sapo espinoso (*Incilius valliceps*; c1-c3), rana grillo (*Dendropsophus microcephalus*; d1-d3), rana gris (*Scinax staufferi*; e1-e3) y lagartija gecko bandeado (*Coleonyx elegans*; f1-f3). Fotos: Claudia Gómez (a1), Miguel Sicilia Manzo/Banco de imágenes CONABIO (b1, d1), Luis Canseco Márquez/Banco de imágenes CONABIO (c1), Elí García Padilla/Banco de imágenes CONABIO (e1), Humberto Bahena Basave/Banco de imágenes CONABIO (f1), Javier Hernández-Guzmán y Lenin Arias-Rodriguez (a2, a3, b2, b3, c2, c3, d2, d3, e2, e3, f2 y f3).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

analizó una sola hembra recolectada en los alrededores de la Villa Tapijulapa, municipio Tacotalpa, en la que se utilizaron técnicas convencionales de citogenética (Hernández-Guzmán *et al*. 2010). El cariotipo típico del gecko bandeado se caracterizó en mitosis (2n = 32) por dos cromosomas birrámeos + 30 cromosomas monorrámeos y 1n = 16 cromosomas en meiosis.

Adicionalmente se ha caracterizado citogenéticamente a la rana arborícola (*Smilisca baudinii*) de un espécimen macho y una hembra, ambos capturados en Villa Luis Gil Pérez; su cariotipo fue de 1n = 12 cromosomas birrámeos, sin cromosomas sexuales, pero con un microcromosoma tipo "B" que fue relacionado como de importancia para la diversificación específica de las ranas neotropicales (Hernández-Guzmán *et al*. 2011). Por otro lado, se ha descrito el cariotipo de la rana gris *Scinax staufferi* con 24 cromosomas en mitosis y 12 en meiosis a partir de ejemplares recolectados en Villa Luis Gil Pérez.

Consideraciones finales

Los escasos estudios de genética en los anfibios y reptiles del estado han evidenciado la variabilidad genética desde el punto de vista citogenético y la necesidad de ampliar estos estudios a otras especies de anfibios y reptiles de la región que permitan identificar y monitorear caracteres particulares en la composición cromosómica entre poblaciones silvestres (figura 1). Los resultados de tales estudios son cruciales para adicionar no sólo datos sobre la biología de las especies, sino también para insertar criterios que den cabida a programas de conservación en poblaciones con caracteres genéticos especiales.

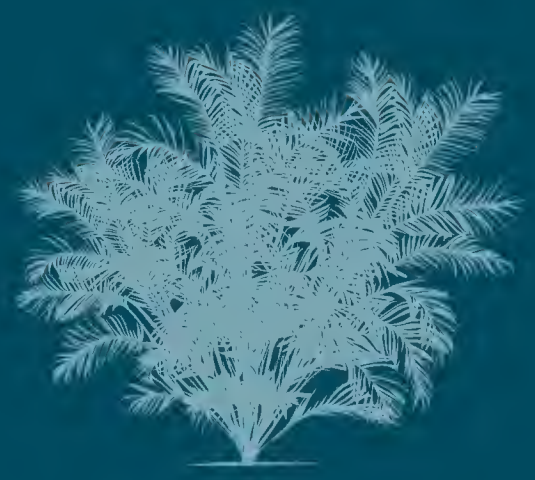
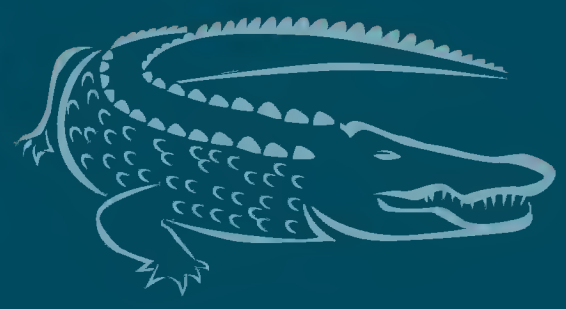
Referencias

Hernández-Guzmán, J. 2009. *Cariotipo del sapo común Chaunus marinus (Anura: Bufonidae) de Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Hernández-Guzmán, J., L. Arias-Rodriguez y J.R. Indy. 2011. Los cromosomas meióticos de la rana arborícola mexicana *Smilisca baudinii* (Anura: Hylidae). *Revista de Biología Tropical* 59:355-362.

Hernández-Guzmán, J., L. Arias-Rodriguez., J.R. Indy *et al*. 2010. Empleo del análisis citogenético para el monitoreo y conservación de poblaciones: herpetofauna nativa del sureste de México. *Mesoamericana* 4(2):56.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Compilación de las secciones:

Contexto físico: Dr. Joel Zavala Cruz.[2]
Contexto socioeconómico: Dr. César Jesús Vázquez Navarrete.[2]
Marco jurídico e institucional: Dra. Guadalupe Vautravers Tosca.[1]
Usos tradicionales y convencionales: Dra. Luz del Carmen Lagunes Espinoza.[2]
Diversidad de ecosistemas: M.C. María De los Ángeles Guadarrama Olivera[1] y Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez.[1]
Diversidad de especies: Dra. Ena Edith Mata Zayas[1] y Dr. Manuel Pérez de la Cruz.[1]
Diversidad genética: Dr. Lenin Arias Rodriguez.[1]
Factores de presión: Dra. Georgina Vargas Simón.[1]
Acciones de conservación: Dra. Georgina Vargas Simón.[1]
Instrumentos y políticas públicas: M.C. Eduardo Javier Moguel Ordóñez[1] y Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez.[1]

[1] Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, [2] Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco

Revisión técnica de textos[a] y listas de especies[b]:

Jessica Valero Padilla,[a,b] Jorge Cruz Medina,[a,b] Rafael Eduardo Pompa Vargas,[a] Karla Carolina Nájera Cordero,[a] Nubia Betzabé Morales Guerrero,[a] Wolke Tobon Niedfeldt[a] y Elizabeth Campos Sánchez.[a]

Agradecimientos: La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, expresa su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado. Asimismo, se hace un agradecimiento especial al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET), así como a la Ocean. Silvia Whizar Lugo por sus valiosas aportaciones.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Forma de citar:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Tabasco. 2019. *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. CONABIO. México.

Los apéndices de esta obra se encuentran en forma digital en: http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios.html

Versión digital

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

TABASCO
BIENESTAR
SECRETARÍA DE BIENESTAR, SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

CCYTET

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA